GLI ORGANI LUMINOSI

E LA LUCE

DEI PIROSOMI E DELLE FOLADI

MEMORIA

DI

PAOLO PANCERI

PROFESSORE DI ANATOMIA COMPARATA NELLA REGIA UNIVERSITÀ DI NAPOLI

(con tre tavole)

SUI PIROSOMI E SULLE FOLADI

GLI ORGANI LUMINOSI

E LA LUCE

DEI PIROSOMI E DELLE FOLADI

MEMORIA

DI

PAOLO PANCERI

Professore di Anatomia Comparata nella Regia Università di Napoli,
Socio Ordinario della R. Accademia delle Scienze di Napoli, dell'Accademia Pontaniana
e dell'Istituto d'Incoraggiamento per le Scienze Naturali di Napoli,
della Società Imperiale dei Naturalisti e di quella delle Scienze Naturali, d'Antropologia e d'Etnografia di Mosca,
Membro della Società Italiana di Scienze Naturali di Milano
e di quella dei Naturalisti e Medici di Napoli;
Membro onorario dell'Accademia degli Aspiranti Naturalisti di Napoli
e della Società dei Naturalisti di Modena;
Membro dell'Associazione Medica e della Società Entomologica Italiana
e di quella dei Smafoglarnas Vanner di Goteborg;
Corrispondente dell'Istituto Lombardo, dell'Accademia di Aci Reale, della Gioenia di Catania
e della Reale Accademia dei Nuovi Lincei di Roma.

NAPOLI
STAMPERIA DEL FIBRENO
San Giovanni maggiore Pignatelli
1872

Memoria estratta dal Vol. V degli Atti della R. Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche

(letta nelle adunanze del dì 9 marzo e 6 aprile 1872)

A GUGLIELMO DI EHRENBERG

CHE

TANTE MARAVIGLIE HA SCOPERTE

NEI MINIMI VIVENTI

E CON PROFONDO STUDIO INDAGATA

LA LUCE DEI MARI

PYROSOMA

CENNO STORICO

La storia di quell'animale che la gente di mare suol chiamare col nome di *lanterna* o con vocaboli equivalenti, comincia, come è noto, dacchè Péron nel viaggio alle terre australi del *Géographe* e del *Naturaliste*, capitò nell'Atlantico tra il 19° ed il 20° long. ow. Parigi, ed il 3° e 4° lat. bor., essendo l'acqua a 22° R., in un banco di pirosomi.

1800. Nella notte del 13 dicembre, dopo una tempesta, essendo il cielo carico di nubi e l'oscurità profonda e gagliardo il vento, di un colpo si scoprì a qualche distanza dalle navi un'ampia zona di luce stesa sul mare. Raggiunte non appena quelle onde luminose, si scorse una innumerevole quantità di animali di una certa grandezza, i quali sollevati e trascinati dai marosi, essendo a differenti profondità, si mostravano in differenti forme. Quelli che trasparivano dal grembo dei flutti sembravano palle di cannone arroventate e quelli a pelo d'acqua, siccome cilindri di ferro incandescenti, agitati e cozzanti in quella danza pelagica.

Per quanto posso argomentare da ciò che ho veduto io stesso nel Mediterraneo, questi animali, fluitati dalle correnti, non sogliono adunarsi a banchi di una certa estensione che in particolari fortuite contingenze. Intanto la nota di Péron, e la descrizione data del fenomeno [1]) e dell'animale, sono state citate di poi in ogni libro, ed il naturalista che percorre

[1]) *Ann. du Mus.* Paris, 1804.

l'ampia solitudine dei mari, s'attende sempre di vedere rischiarate le notti tropicali da un banco di pirosomi.

Le notizie date da Péron circa il pirosoma da lui osservato *(P. atlanticum)* ch'egli allora ascrisse ai polipi, furono poi rettificate da Le Sueur [1]) e da Savigny [2]); giova però ricordare quanto egli riferisce intorno alla luce di questi mirabili tunicati.

Come sede principale del fenomeno, Péron indicò i tubercoli conici maggiori, ed anche i più piccoli ottusi, e di più alcuni corpi che egli chiamò piccole glandole allungate della lunghezza di 4^{mm} circa, annidate nella sostanza trasparente dell'animale, delle quali non diede alcuna figura, ma che non possono essere altra cosa che le piccole ascidie. Importante è del pari quanto riferisce circa il colore della luce fosforica del pirosoma: non appena si tocchi l'animale, esso risponde allo stimolo illuminandosi e diviene rosso splendente a modo di ferro fuso, e di poi, lasciato a se stesso, passa poco a poco, dal rosso all'incarnato, all'aranciato, al verdastro, ed all'azzurro vivo. Messo in un vaso, se lo si agiti, ritorna di nuovo ad accendersi ed ogni luce si estingue poi colla morte.

È citato da Péron anche un fatto, che non fu poi verificato da alcuno, anzi negato da tutti, cioè quello delle contrazioni periodiche che nel nuoto esegue la parete del tubo, alle quali si accompagnerebbe sviluppo di luce. Tali contrazioni sono dallo stesso Péron dichiarate debolissime, ed egli forse fu tratto in inganno da ciò che, avendo visto il pirosoma illuminarsi solo quando si stimolava, così vedendolo luccicare spontaneamente ad intervalli, lo supponesse ad intervalli contratto e rilasciato.

1815. Le ricerche sopracitate di Le Sueur e di Savigny, furono dirette allo scopo di determinare il posto che occupa codesto animale nella serie zoologica e la sua struttura. Nell'occasione che sarà parola degli organi della luce, citeremo di nuovo le osservazioni di questi illustri naturalisti.

1820. La intensità della luce dei pirosomi fu anche memorata da Kuhl, il quale narra di aver veduto a Giava distintamente per tal mezzo i pesci nuotanti alla profondità di 15 piedi [3]); siccome narra del pari di aver notato l'aumento di un grado nel termometro, allorchè un pirosoma lo si metta nell'acqua dolce. Questa osservazione sarà in un luogo speciale di questa memoria di nuovo menzionata.

1833. Un altro autore, le cui relazioni al proposito sono sempre citate, è il Bennet. Egli pure nell'Atlantico, essendo presso alla linea, vide il mare fatto a modo di una sol massa risplendente per un banco di piroso-

[1]) Bull. de la Soc. Philom. Paris, 1815.
[2]) *Mém. sur les animaux sans vertebres*. II. partie. Paris, 1816.
[3]) Giornale di Schweiger. 1824.

mi, così che dalla finestra della sua cabina poteva leggere caratteri minuti di stampa [1]). Dalle sue osservazioni risulta che, allorquando i pirosomi si lascino in quiete, non danno luogo ad alcuna apparizione di luce; che toccati risplendono fino a che dura lo stimolo, e poi ridiventano oscuri siccome in prima. Egli notò anche che la luce appare per miriadi di punti brillanti, che egli paragona a quelli delle elitre dello scarafaggio diamante. Nessuna materia lucente viene lasciata dall'animale ai liquidi che lo bagnano, ovvero ai solidi che lo toccano. L'azione dell'acqua dolce fu pure sperimentata da Bennet, e la luce si rese fissa come in altri animali marini fosforescenti. Alcuni individui mutilati vicini a morte, che rifiutavano di illuminarsi nell'acqua marina, immersi nell'acqua dolce, davano ancora sprazzi di luce. Tagliato a pezzi un pirosoma ed immerso nell'acqua, Bennet vide numerose scintille diffondersi nel liquido, le quali egli credeva emanassero dai corpicciuoli bruni che si vanno disperdendo nel liquido. Questi corpicciuoli bruni o rossi che sono disposti regolarmente nel mantello comune, egli credeva la sede principale della luce fosforica; confessa però che se si isolino non lucono punto. Anche Bennet parla dei colori bianco e giallo della luce del pirosoma, la quale al morire dell'animale diviene rossa.

1834. Fra le relazioni diverse che diede il Meyen [2]) intorno agli animali che rendono lucente il mare, ve ne ha pur una, la principale, che riguarda il pirosoma, avendolo egli del pari trovato nell'Atlantico non lungi dall'equatore. Egli credeva che l'animale potesse emettere a volontà la luce, epperò notò l'azione degli stimoli meccanici, e di più osservò pel primo come la luce si propaghi da una alle altre ascidiette progressivamente.

Il Meyen credette di aver trovato un organo luminoso speciale, il quale abbenchè sia stato messo in dubbio da Ehrenberg [3]), nè dall'autore figurato, nè riferito alle figure ed alle descrizioni degli organi di questi animali date dagli autori precedenti, pure trovasi citato in opere di grido tra le quali il manuale di fisiologia di G. Mueller. Anche il Quatrefages, nella parte storica della sua pregiata memoria sulle noctiluche [4]), riferisce i dati di Meyen. L'organo in discorso sarebbe un corpo conico collocato nell'interno del corpo di ciascuna ascidia, posto tosto dopo l'apertura boccale, al davanti delle branchie. Questo organo si distingue per il suo colore rosso bruno, dovuto a trenta o quaranta punti o macchiette rosse, le quali, secondo lui, sono sede della luce.

Non vi ha chi non vegga l'errore nel quale è caduto il Meyen. Egli

[1]) *Edinbourg Phil. Mag. e Froriep Notiz.* Vol. XXXVIII, p. 230.

[2]) *Beiträge zur Zoologie.* Abhand. — *Ub. Leuchten des Meeres.* Nov. Act. Nat. Curios. T. XVI, Suppl.

[3]) *Das Leuchten des Meeres*, 1835.

[4]) *Mem. sur la phosphorescence de quelques invertebrés marins.* An. Sc. Nat. Zool. Vol. XIV, 1851.

scambiò l'apertura cloacale per quella della bocca, l'organo conico non è altro che l'esofago, i punti rossi le cellule pigmentali che trovansi sparse sull'esofago e sullo stomaco, dalle quali parti non emana luce alcuna. Intorno al sistema di vasi che, diramati a modo di stella, legano assieme, secondo Meyen, tutti gli individui della colonia, nei quali vasi egli dice di aver veduti i globuli sanguigni, sarà detto nel seguito di questa memoria.

Da quanto si è riferito si vede che Bennet e Meyen coincisero nel dare importanza alle macchiette pigmentali rosse del tubo digerente in forza di ciò che, allorquando si osserva al bujo un animale fosforescente e lo si vede risplendere in un punto, se poi alla luce ordinaria si trova corrispondere a quel punto od allo incirca alcunchè di speciale, come fosse un corpo opaco od una macchia, si è tosto invitati a credere che quella macchia, quel corpo siano la sede del fenomeno luminoso. Della frequenza di questa illusione potrebbe renderne conto chiunque abbia fatto un poco di pratica in simili osservazioni.

1841. Delle Chiaje nella sua opera maggiore [1]) non dà notizie speciali intorno a questo animale considerato dal punto di vista di sua luminosità, parla però dei colori diversi della luce che dice essere rossa, aranciata, azzurra, verdastra o giallo verdiccia quando l'animale si avvicina a morte. Dal modo con cui ne parla, io credo che Delle Chiaje non abbia veduto egli stesso codesti colori, e piuttosto si sia riferito alla descrizione di Péron.

1851. Nel suo importante lavoro sulle salpe e sul pirosoma, Huxley [2]) non cita punto, a proposito di quest'ultimo, i lavori di Meyen che d'altronde prende in conto allorchè parla delle salpe; nè meno indica alcuna parte a cui si possa assegnare l'ufficio di organo luminoso. Egli descrive non ostante mirabilmente la fosforescenza di questo tunicato, incominciando dallo effetto che produce allorchè lo si guardi dal ponte di un bastimento, sino a far menzione dei punti brillanti di cui si va tempestando allorchè si tocchi, facendo speciale rimarco intorno al modo di diffondersi della luce nella colonia. Nella memoria da me presentata a questa Accademia nello scorso ottobre [3]), là dove è detto che le correnti luminose da me studiate nelle pennatule si possono paragonare a quelle che presentano altri animali marini, citai preferibilmente il pirosoma, riferendo testualmente quanto Huxley scrisse circa l'apparire ed il diffondersi grado grado della luce, della qual cosa a suo tempo terremo parola.

I lavori successivi, i quali comparvero dopo la memoria di Huxley e

[1]) *Storia e Notomia degli animali senza vertebre.*
[2]) *Observat. up. the Anat. and Phys. of Salpa and Pyrosoma.* Philos. Transact. 1851, p. II.
[3]) *Gli organi luminosi e la luce delle Pennatule.* 1871.

che saranno all'occasione citati in questa memoria, non contengono alcun dato intorno alla sede del potere luminoso in codesti animali. Per dir tutto, chiudiamo questo breve cenno col citare anche un'osservazione negativa riguardo alla luce del pirosoma.

In occasione del viaggio di circumnavigazione della fregata italiana la Magenta, il Profess. Giglioli, nel Pacifico, in lat. 28°,34' S., long. 88°,10' ov. Gr. trovò una specie di pirosoma la quale *non era fosforescente* [1].

Avendo dovuto tener conto speciale di questa osservazione, richiesi di maggiori schiarimenti lo stesso Professor Giglioli, il quale ebbe la bontà di mandarmi il disegno dell'animale che egli raccolse la notte del 4 settembre 1869, e di dirmi che anche messo nell'acqua dolce ed agitato con un bastoncino, non aveva manifestato luce alcuna. Per conoscere se il pirosoma in quistione avesse o no gli organi fosforescenti, mi rivolsi al ch. Professore Lessona onde potere esaminare l' individuo raccolto dal Giglioli e depositato nel Museo di Torino, ed avendo egli gentilmente annuito al mio desiderio, potei constatare che anch'esso, abbenchè appartenga a specie ben diversa da quelle conosciute, pure ha gli stessi organi che fra poco saranno descritti. Resta ancora a conoscersi se quello fosse un individuo in istato di esaurimento o fosse anche pervenuto morto nelle mani del Giglioli, ovvero se quella specie, pure avendo gli stessi organi, che nelle altre sono sede della luce, non sia luminosa, il che mi sembra meno probabile.

PARTE ANATOMICA

Capitolo I.

Organi luminosi

§ 1. — *Quali siano.*

Dirò primamente come o con quali mezzi io potessi arrivare a conoscere codesti organi, e poi mi farò a descriverli. Tutte le volte che io ebbi a mia disposizione dei pirosomi *(P. giganteum,* Sav.*)*, potei constatare come la luce emani realmente da miriadi di punti o macchiette brillanti, poste quasi ad egual distanza l'una dall'altra nello spessore della parete del tubo. Osservando però attentamente individui in diverse condizioni, cioè più o meno di recente pescati, ovvero stimolati in differenti modi, m'accorsi che i punti luminosi sono disposti per coppie. Per tanto avveniva spesso che non uno

[1] *La fosforescenza del mare.* Bull. della Soc. Geogr. It. 1870.

solo, ma due erano i punti che si illuminavano pei primi, allorquando con un corpo qualsivoglia, si toccasse la parete esterna del tubo del pirosoma, ovvero per coppie si andavano spegnendo a poco a poco. A prima giunta riesce impossibile il determinare in quale strato della parete dell'ascidiario stiano codesti punti sfavillanti; però, osservando con maggior diligenza, non difficilmente si arriva a vedere che vi ha uno strato generale di punti luminosi, al di sopra del quale vi sono delle coppie di altri punti ancor essi luminosi, le quali collocate alla base de' tubercoli conici maggiori, di cui è irta la superficie del cilindro, sono più rialzate delle altre. Queste osservazioni saranno al certo più facili a farsi in individui affievoliti, nei quali la luce non è molto viva, e nel momento in cui questa si va propagando da una coppia di punti ad un'altra, dappoichè se il pirosoma è tutto quanto illuminato e scintillante, le coppie di punti si confondono. Che se un individuo lo si tolga dall'acqua, allora i riflessi, che fanno i tubercoli lucidi e rifrangenti a modo di cristallo, possono sviare l'occhio dell'osservatore ancora di più dalla esatta ricognizione del rapporto che abbiamo accennato.

Premesse le quali cose, dirò che non essendo io persuaso della verità delle asserzioni di Meyen, più sopra citate e confutate, volli conoscere nonostante, se mai egli fosse stato condotto in inganno dalla circostanza che i punti luminosi giacciano, nella parete del tubo, nello stesso piano in cui si trovano gli esofaghi e gli stomachi delle piccole ascidie. Pensai per tanto di valermi dell'acqua dolce come dotata del potere ampiamente dimostrato di fissare la luce negli animali luminosi del mare, e poichè la colonia si fu tutta quanta illuminata, tagliai per traverso il tubo *(fig. 1)*. Con questo processo venni tosto a conoscere che le coppie dei punti lucenti trovansi molto vicine alla parete esterna del tubo, e nello stesso strato presso a poco in cui giacciono i singoli ganglii delle ascidie. Ponendo mente del pari ai tubercoli conici, ai quali corrisponde sempre un ascidia più grande delle altre, dal collo lungo fino a raggiungere i due terzi dell'altezza del tubercolo, mi accorsi che i due punti luminosi corrispondevano alle medesime e per la forma bislunga del collo erano del pari più rialzati, siccome si vede dalla figura.

Con queste osservazioni venni a convincermi che nel pirosoma la luce viene emanata da parti determinabili, le quali sono in numero di due in ciascuna ascidia. Esaminando in seguito le ascidiette nel luogo ove corrispondevano i punti luminosi, altro non trovai che quei due corpi che Le Sueur e Savigny avevano indicati come ovarii. Prima però di rifare lo studio di questi organi, era d' uopo assicurarsi che veramente da questi e non da altra fonte scaturisse la luce. Fatte per tanto coll'aiuto del rasojo delle sezioni trasverse nella parete del tubo, scopo di avere delle

laminette così sottili da comprendere un solo strato di ascidie, impiegai di nuovo l'acqua dolce e sottoposi tali segmenti al microscopio. Le osservazioni erano fatte di sera; e quando, ad un ingrandimento di ottanta od anche ad ingrandimenti minori, comparivano nel campo contemporaneamente i due corpi sopraindicati, io spegneva la lampada ed allo stesso luogo e nelle stesse forme mi apparivano due macchie lucenti *(fig. 2, ol)*. Ho detto nella stessa forma, dappoichè se avveniva mai che uno degli organi fosse posto di profilo e quindi con contorni ben diversi dall'altro, pure la immagine luminosa, vista nell'oscurità, ripeteva quelli stessi contorni.

Queste osservazioni mi hanno convinto che gli organi luminosi del pirosoma sono veramente quelli che i due nominati naturalisti credevano ovarii. Non è malagevole calcolare ora quanti punti luminosi brillino in un pirosoma durante il suo splendore; e siccome in un centim. quadrato dell'ascidiario si contengono circa 100 ascidie, così in un pirosoma lungo 8 centim. e che ne misuri 4 nella larghezza della parete sviluppata del tubo, si avranno 3,200 ascidie allo incirca, ossia 6,400 punti luminosi in totale.

Gli organi fosforescenti, che io ho riconosciuti come tali nelle ascidie del pirosoma, non sono dunque organi ignoti agli anatomici, e furono creduti ovarii sino a che Huxley, nel 1851, non dimostrò che l'ovario è posto in vicinanza del testicolo, e si compone di un ovisacco e di un uovo unico, siccome suol vedersi nella maggior parte delle salpe.

Diventato in seguito problematico l'ufficio di questi organi, Huxley[1]) si limitò a chiamarli *Cell-masses* (masse cellulari) e collo stesso nome li figurò nell'adulto e in un giovane proveniente da gemma, esprimendo in altro lavoro che citeremo a suo luogo, il sospetto fossero mai organi orinarii. Le stesse figure di Huxley sono riportate uell'opera di Bronn[2]) ove gli organi in discorso sono chiamati similmente *Zellenmassen* ed indicati con ?, ?. Anche il Vogt nelle figure aggiunte al breve cenno che fa del pirosoma[3]) rappresenta questi organi senza descriverli, e Keferstein ed Ehlers[4]), sotto il nome di *linsenförmiger Körnerhaufen* (ammassi lenticolari di nuclei) li figurano del pari esattamente, senza parlare del loro significato. Dalle osservazioni da me fatte risulta che il Keferstein erroneamente li assimilò a quelle due glandole dorsali *(fig. 3, 6, 7, gd)* che il Savigny credeva ovidotti, e che egli chiama *länglicher Körnerhaufen* (ammassi più lunghi di nuclei) dappoichè codeste glandole si compongono di cellule molto più piccole *(fig. 11)* e sempre provviste di nucleo.

[1]) Loc. cit.

[2]) *Die Classen und Ordn. des Thierreichs*, Vol. III, tav. XXIII.

[3]) *Recherches sur les animaux inférieures*. II. e Mem. *Sur les tuniciers nag. de la mer de Nice*. Tav. X, fig. 7.

[4]) *Zoologische Beiträge*. Tav. XII.

L'ufficio di tali glandole dorsali mi è ignoto, però tentate in differenti modi non mi apparvero mai lucenti.

§ 2. — *Descrizione degli organi luminosi.*

L'importanza che hanno questi organi assunta, rende ora necessario di dire tutto quanto ho appreso dallo studio che ne ho fatto, notando primamente come trovinsi alla base del collo di ciascuna ascidia, in corrispondenza del bordo superiore delle due branchie o di ciascun arco laterale della così detta *fascia vibrante*. Codesti organi sono però, oltre che di fianco, più facilmente visibili dal dorso, dappoichè sono più vicini al ganglio che non all'endostilo.

L'area occupata da ciascun organo ha una grandezza rispetto al corpo tale come la si rileva dalle nostre figure, le quali rappresentano codesti organi nei diversi stadii della vita dell'animale, indicati con *ol*. Il loro contorno suol variare; intanto nell'adulto è ovale e qualche volta pressochè triangolare, siccome si vede anche in alcune delle figure di Savigny.

Soltanto allorchè si osservino questi organi di profilo, facilmente si viene a conoscere che sono contenuti nello spazio che si trova tra la tunica esterna e la interna del tegumento *(fig. 7 e 8)*, onde avvenne ad Huxley di credere che in questo luogo la tunica esterna aderisse alla interna. Un attento esame mi fece conoscere che l'organo in discorso trovasi congiunto esclusivamente alla tunica esterna *(fig. 8)*.

Per quanto si riferisce alla struttura, gli *organi luminosi* del pirosoma consistono esclusivamente di cellule sferiche *(fig. 10, a)*, contigue le une alle altre, però senza che si premino o si deformino e senza che siano involte in una membrana comune, per modo che vengono direttamente bagnate dal sangue che circola nella grande lacuna in cui giacciono, indicata nelle nostre figure con *sl*. È per ciò che, se si prema di troppo un ascidia fra i vetri, queste cellule si disgregano e si disperdono nel seno sanguigno sopra detto. Del numero loro in ciascun organo e della loro disposizione giovano le nostre figure a render conto, essendo il loro diametro 0^{mm}, 02 in media. Dirò a questo proposito che nella specie osservata da Huxley nel Pacifico, queste cellule misuravano $^{1}/_{800}$ di pollice inglese, il che, fatti i dovuti ragguagli, significa che quelle misuravano nel diametro $^{1}/_{4}$ di più che non quelle del pirosoma nostro.

In quanto al contenuto di queste cellule, esso è omogeneo e trasparentissimo negli esemplari freschi, un poco gialliccio ed alquanto rifrangente, nè in alcun modo si può trovarvi un nucleo. Se si trattino queste cellule o vescicole che dir si vogliano, con alcool o con etere si avvizziscono, ed il loro

contenuto si fa granelloso *(fig. 10, b)* e si colora poi col carminio. Pare per conseguenza che queste cellule contengano una sostanza grassa che coll'alcool e coll'etere, od anche soltanto colla glicerina si elimina, ond'è che si avvizziscono e perdono la loro rifrangenza; e poi anche una sostanza che presenta i caratteri delle sostanze albuminoidi, la quale è quella che si colora.

È malagevole l'impiego dei reattivi diversi allo scopo di studiare la chimica composizione di questi elementi, sia per la loro piccolezza, come per la impossibilità di isolarli, essendo questi organi rinchiusi, come si è detto, tra le due tuniche del tegumento.

In seguito all'effetto che ha l'acqua dolce su di codesti organi, nel senso d'illuminarli tosto e di mantenere fissa la loro luce, mi provai a farla agire sulle cellule dell'organo luminoso, e mentre al bujo si vedevano in massa luccicare, alla luce ordinaria non si scorgeva alcun mutamento sensibile in esse anche quando l'acqua avesse agito per qualche ora.

Atteso che questi organi si illuminano in seguito all'azione degli stimoli, ed atteso l'altro fatto già accennato del trascorrere della luce da una all'altra ascidia della colonia, si doveva fare speciale ricerca dei nervi dell'organo.

Le nostre figure dimostrano come il ganglio *(g)* di ciascuna ascidia, sia posto anch'esso fra le due tuniche del tegumento, ricoperto da cellule pigmentali rosse, le quali formano come un astuccio incompleto al segmento inferiore del medesimo. I tronchi nervosi che partono dal ganglio si possono distinguere in anteriori, laterali, ed inferiori *(fig. 8)*. Gli anteriori sono in numero di tre paja destinati al collo ed alla bocca: i laterali sono pure tre paja, il primo dei quali, traendo origine dalla parte dorsale del ganglio *(fig. 9, II)*, segue la *fascia vibrante*, correndo lungo il bordo superiore della medesima e rasentando per ciò anche il bordo superiore dell'organo luminoso, per continuare il suo corso fino all' ansa dell' endostilo, lungo il quale, di conserva col ramo omonimo, discende. Il secondo ed il terzo pajo danno rami che si distribuiscono alle branchie ed all'apparecchio digerente. I rami posteriori sono in numero di due paja e discendono lunghesso il dorso, nè è molto agevole il seguirli.

Premesse queste notizie, risulta che i nervi che sono più vicini all'organo luminoso sono quelli del primo pajo dei laterali: io però ad onta delle più attente indagini fatte nell'adulto e nell'embrione, e coll'impiego dei più accreditati reattivi, come l'acido osmico ed il cloruro d'oro, non arrivai a scoprire ramoscello o fibra alcuna che da questo nervo andasse direttamente all' organo fosforescente. Il ritrovamento di questi rami mi sarebbe stato agevole in quei casi non rari, in cui il nervo, mantenendosi più alto del consueto, lascia uno spazio nel quale sarebbe stato facile di seguire

rami anche minimi. Rimasi per tanto nella certezza che gli organi fosforescenti non ricevono nervi direttamente dal ganglio, essendo probabilissimo che i loro nervi provengano piuttosto da rami cutanei, i quali sarebbero forse tanto meno facili a riconoscersi.

Capitolo II.

Origine degli organi luminosi negli embrioni

§ 1. — *Preliminari o schiarimenti intorno al modo di riprodursi del pirosoma.*

I fatti relativi al modo di moltiplicazione di questo singolare tunicato, sono stati studiati da pochi autori e sono Savigny, Huxley, Vogt, Keferstein e Kowalewsky, nè da tutti questi in opportune condizioni.

Il Savigny scoperse la maniera con la quale il pirosoma produce nuove colonie, mediante germi ch'egli chiamava composti, perocchè davano luogo a embrioni quadrigemelli [1]). L'ovario era per lui quello che ora conosciamo siccome *organo luminoso*, le uova le cellule dell'organo stesso, le quali scendevano nella cloaca a mezzo delle glandole dorsali, che abbiamo già menzionate, alle quali egli attribuiva il significato di ovidotti. Nel testicolo egli ravvisava il fegato, e l'uovo pendente all'esterno delle ascidie, ch'egli pure aveva veduto, lo credeva quale una speciale problematica varietà dell'organo epatico, in forma di vescica trasparente. Chiunque conosce la difficoltà dell'argomento e certe tali analogie che condussero il Savigny a queste interpretazioni, non vorrà diminuire all'illustre naturalista il merito che gli compete per le sue osservazioni e pei fedelissimi disegni coi quali egli concorse a chiarire l'organizzazione di questi animali. Egli figurò gli embrioni composti a differenti stadi e fu allo intento di svelare codesto problema che Huxley [2]) intraprese le ricerche, i cui risultamenti vengono anche da queste nostre osservazioni, fatte in più propizie contingenze, confermati ed ampliati.

Senza dire ora delle prime fasi dell'uovo che ha incominciato a svilupparsi, egli è certo che costituitosi il blastoderma, in un punto della sua periferia, a poco a poco, si forma allo esterno un prolungamento conico che poi s'allunga a nastro e si ripiega, il quale si segmenta in seguito onde costituire i quattro embrioni gemelli *(V. fig. 14)*. Intanto che il cono si forma, si viene ad accorgersi che il rimanente dell'uovo si è trasformato

[1]) Loc. cit.
[2]) *On the Development of Pyrosoma.* Trans. of Linnean Society, 1860. Ann. and Mag. of. Nat. Hist. 1860.

in una specie di *nutrice* che Huxley chiamò *ciatozooide (C)*, la quale è provvista di una bocca *(B)* a cui fa seguito una specie di rientratura a modo di intestino rudimentale, ed anche di un cuore *(cC)*, il quale è comune ai quattro embrioni succennati, finchè in ciascuno di essi non incominci a pulsare il proprio. L'apparecchio circolatorio mirabile, e la circolazione di questi embrioni e della *nutrice*, furono con la maggior esattezza descritti dal Dottor Pavesi, in una nota inserita nei nostri Rendiconti [1]), la quale svelò per intero il significato del cuore della *nutrice* veduto già dal Kowalewsky e menzionato in una comunicazione preliminare [2]). Le figure della nostra tavola II^a, valgono anche a dimostrare gli stadii diversi degli embrioni composti. La figura 18, rappresenta una piccola colonia, la quale, dopo essere scomparsa ogni traccia del *ciatozooide*, a cui spese si nutrì, sta per essere partorita.

Oltre gli embrioni composti, il Savigny nella prelodata memoria, sotto il nome di embrioni semplici, figura nello spessore del mantello giovani ascidie, le quali Huxley [3]) vide prodursi per gemmazione alla estremità di un peduncolo che sporge alla superficie ventrale delle ascidie, in relazione coll'estremità inferiore dell'endostilo. Il Keferstein [4]) confermò nel *Pyrosoma elegans* questa gemmazione, facendo notare che gli embrioni generati per gemma possono, a differenti gradi di sviluppo, trovarsi sullo stesso peduncolo, posti in serie di due a tre.

Per tutto quanto si è detto, si viene a comprendere come il pirosoma oltrecchè ermafrodito, sia digenesico, dappoichè ciascuna ascidia, essendo provvista dei due sessi, genera per uova, e nello stesso tempo genera per gemme. Io ho potuto verificare che non è in differenti tempi della vita di un individuo che si abbiano questi due differenti modi di generazione, ma che la stessa ascidia non cessa di produrre gemme, quando pure è gestante della piccola colonia che ebbe origine dall'uovo (*fig. 3*, III e V).

Oltre di ciò, essendo che i quattro embrioni gemelli sono prodotti per gemmazione dalla nutrice, o *ciatozooide* che dir vogliamo, la quale è a considerarsi come una larva generante, ne deriva che il pirosoma è pur dotato di *generazione alternante* e mentre le gemme forniscono nuovi individui alla colonia, le uova danno luogo finalmente a nuove colonie, le quali hanno per individui fondatori i quattro embrioni gemelli.

Tutto questo che abbiamo esposto viene a dire che nel pirosoma, prescindendo dal *ciatozooide*, il quale muore avanti di nascere, essendo col

[1]) *Intorno alla circolazione del sangue nel Pyrosoma studiata specialmente negli embrioni*. Rendic. Febbrajo 1872.

[2]) *Entwickelungsgesch. d. Pyrosoma*. Götting. Nachr. 1868.

[3]) Philos. Trans. Mem. cit.

[4]) Loc. cit., Tav. XII, fig. 9.

favore di speciale apparecchio di vasi, a poco a poco assorbito come fosse un tuorlo, vi hanno due sorta di embrioni, quelli cioè generati per gemma e quelli generati dall'uovo. Per quanto diversa sia la loro origine, in queste due maniere di embrioni si hanno gli stessi organi e la stessa struttura, variando soltanto la forma del corpo e le proporzioni, come facilmente si potrà giudicare dalle nostre figure. È per tanto necessario di studiare la origine degli organi luminosi negli embrioni di una provenienza ed in quelli dell'altra.

§ 2. — *Organi luminosi negli embrioni composti.*

La nostra figura 14ª rappresenta i rudimenti dei quattro embrioni, allorquando è cominciata la segmentazione del nastro che si è detto essere propagine del blastoderma. L'endostilo *ed*, che primo comparve, non essendosi per anco suddiviso, è comune ai quattro embrioni; ed un'ansa vascolare procedente dalla *nutrice*, e percorrente tutto quanto il sistema, provvede alla circolazione comune.

In ciascun embrione si scorge ben limitato lo strato esterno, ma in questo stadio non vi ha per anco traccia alcuna di organi luminosi.

In uno stadio successivo, come è quello rappresentato dalla fig. 15, si veggono i quattro embrioni molto più sviluppati, e distinti gli uni dagli altri. Oltre al ganglio, che si vedrebbe dal dorso, sono comparse le prime traccie delle finestre branchiali; oltre di che sono già distinte le due tuniche del tegumento e comparvero già tra i due strati del medesimo due glandole speciali *(ge)*, che possono chiamarsi *glandole eleoblastiche*, le quali vanno poi scomparendo in progresso [1]).

È in questo tempo che si veggono comparire gli organi fosforescenti (*fig. 19, ol*). Ai lati delle branchie, fra le due tuniche del tegumento, si veggono già due ammassi di cellule sferiche, i quali ad eccezione della loro piccolezza, ripetono le forme che abbiamo descritte nell'adulto.

Per quanto ho potuto vedere nell'embrione, e per ciò che nell'adulto il cumulo delle cellule dell'organo aderisce alla tunica esterna del tegumento, sono venuto a convincermi che l'organo luminoso del pirosoma *trae le sue origini dallo strato esterno cellulare dell'embrione*, di cui può essere considerato come una introflessione, o meglio un accrescimento verso lo interno. Le cellule dell'organo luminoso sono però mancanti di nuclei, a differenza di quelle dell'epitelio esterno degli embrioni e degli adulti (*fig. 12*), le quali ne sono provviste. Gli organi in discorso sono pertanto

[1]) Queste due glandole per la struttura ricordano l'*eleoblasto* degli embrioni delle salpe e con tal nome Huxley le chiama anche nel pirosoma abbenchè doppie.

a paragonarsi a glandole cutanee, le quali mantengono il loro rapporto collo strato epiteliale di cui sono propagine.

Le figure successive dimostrano le forme ed i rapporti di codesti organi, i quali, come diremo, prestamente entrano in funzione.

§ 3. — *Organi luminosi negli embrioni di gemme.*

Gli organi luminosi negli embrioni generati per gemmazione originano non diversamente da quanto abbiamo detto per gli embrioni quadrigemelli, ed anche in questi le cellule dell'organo luminoso, al pari che negli embrioni composti, compajono nel tempo in cui si mostrano le prime tracce delle branchie.

Le nostre figure progressive 4, 5, 6, 7, 8 sono destinate a rappresentare quest'organo dall'embrione all'adulto. Huxley nell'embrione di gemma da lui figurato [1]) indicò questi organi sempre col nome di *cell-masses* e nelle figure di Keferstein degli embrioni di gemme, ad onta che l'autore non abbia dato speciali indicazioni, si veggono disegnati dei globetti che stanno al posto degli organi luminosi [2]).

In alcune colonie di pirosomi più che in altre, ho spesse volte osservato nel mantello embrioni di gemma, i quali avevano, prima della loro completa formazione, perduto il rapporto con la madre per modo che erano caduti in atrofia. Tali embrioni, che chiamiamo *atrofici*, si distinguono tosto, perchè smagriti bislunghi, sono più piccoli di quanto comporterebbe lo sviluppo che hanno assunto gli organi interni, ed è perciò che l'endostilo si ricurva in vario modo, perchè costretto in più ristretto ambito *(fig. 3, y)*. Anche in questi embrioni si osservano gli organi luminosi, nè mi avvenne mai di vederli scomparsi a cagione della inoltrata atrofia.

Io non conosco altri tunicati affini al pirosoma che abbiano organi che possano essere paragonati a questi; giova per tanto paragonarli a loro medesimi nei diversi tempi della vita e nelle due maniere di embrioni. Quanto abbiamo esposto conduce a credere siano organi speciali che, originando similmente nelle due proli, *non mutino per tutta la vita le loro forme e la loro funzione*. Ed in vero avendo immersa nell'acqua dolce una giovane colonia che stava per essere partorita, la vidi farsi tutta splendente, continuando la luce per circa un quarto d'ora.

[1]) Abbiamo riprodotta questa figura nella nostra Tav. II, fig. 25.
[2]) Loc. cit., Tav. XII, fig. 9.

PARTE FISIOLOGICA

Capitolo I.

Stati in cui può trovarsi un pirosoma che si assoggetti all'osservazione — Correnti luminose — Colore della luce.

Avendo detto ormai con quali apparenze si manifesti la luce nei pirosomi, non parmi meno necessario il premettere, a quanto si dirà in seguito, come influisca sopra questo fenomeno lo stato dell'animale.

Se a mare tranquillo si peschino alcuni esemplari del tunicato in discorso, si vedranno mantenere per intero il loro potere luminoso, anche se per qualche ora siano conservati in piccoli recipienti, e rapidamente si accenderanno al minimo tocco. Mantenendoli nelle stesse condizioni per un giorno, abbenchè si muti con diligenza l'acqua dell'aquario, il potere luminoso in un con la vita va mancando e nel secondo giorno l'animale inflaccidito, morente, si colora in giallo per la diffusione del contenuto delle cellule pigmentali di cui è tempestato il tubo digerente ed il testicolo. All'ultimo ogni potere luminoso è scomparso, abbenchè duri ancora a lungo dopo la morte il vibrare delle ciglia delle gigantesche cellule epiteliali, che guarniscono le fessure branchiali. Il pirosoma lasciato così a se stesso non luce più durante la sua scomposizione.

Si potrà anche avere in breve tempo affievolito l'animale se lo si sarà sottoposto a differenti prove, come pure scarsamente luminoso lo si avrebbe se si raccogliesse dopo che l'onda tempestosa lo avesse costretto coll'agitazione a luccicare lungo tempo. I pirosomi, per tali maniere indeboliti, lucono a stento e fa d'uopo talvolta percuoterli e persino lanciarli contro il suolo onde vederli scarsamente illuminati.

Che se per contrario si abbia a che fare con individui freschi, in allora saranno palesi le correnti luminose dall'uno all'altro estremo dell'animale promosse dal tocco, come anche si potrà vedere quanto già notò Huxley, cioè il diffondersi della luce intorno intorno ad un punto stimolato. Le correnti del pirosoma non sono del resto lampeggianti e rapide come quelle delle pennatule, nè come quelle si ripetono più volte spontaneamente dopo uua sola stimolazione. La loro velocità per tanto non è grande, nè fa d'uopo di speciale artificio per misurarla, essendocchè impiega sei, otto, dieci secondi a percorrere una colonia di media grandezza. Anche in pirosomi non appena tolti dal mare non ho mai veduto quel fenomeno sorprendente del sorpassarsi di due correnti contrarie che ho descritto nelle pennatule.

Dacchè il *Pyrosoma atlanticum* osservato da Péron e da Bennet presentò luce a colori cangianti dal rosso all'incarnato, al giallo, all'aranciato, al verdastro ed all'azzurro vivo, debbo pur dire che la luce del *P. giganteum* da me studiato, al contrario non si mostrò che di un color azzurro chiaro al pari di quella del pirosoma osservato da Huxley nel Pacifico, in qualunque stato si trovasse l'animale. È d'uopo però che l'occhio che lo guarda sia da qualche tempo abituato alla oscurità, che se per contrario lo si osservi di giorno, dopo troppo breve permanenza dell'osservatore nella camera nera, ovvero in un giorno fosco, od al crepuscolo, nei canti meno illuminati di una camera, la luce sembrerà di un verde vivissimo. In tal caso gli organi luminosi fanno l'effetto di quelle laminette di mica verde che, disseminate in certe rocce, sono rese fulgentissime dai raggi del sole. Questo color verde ho visto pure in animali marini di altre stirpi riveduti in simil modo, cioè ad occhio pregno di luce diurna, mentre osservati durante la notte mi erano apparsi azzurrini. Per tanto parmi in massima miglior partito tener conto del colore che l'occhio avverte, quando non sia stato precedentemente stimolato a lungo da altra luce.

Quanto ho esposto or ora spiega le contradizioni che spesso rilevansi fra coloro che hanno riferito sulla fosforescenza verde od azzurrina di certe specie di animali, con tutta certezza osservati in condizioni diverse per parte degli osservatori. È però anche certo che la luce degli animali marini e terrestri veduta a condizioni identiche ed opportune suole presentare colori proprii, i quali sono costanti. La *Lampyris noctiluca*, i *Pyrophorus*, certe scolopendre, splendono di luce verde; di luce azzurrina la *Luciola italica* e di luce porporina la *Fulgora pyrorhynchus*. I colori dominanti nella luce degli animali marini sono pure l'azzurrino, ed il verde chiaro, non mancano però alcuni che splendono di luce giallo-rossa come alcune specie di *Cestum* osservate nell'Oceano indiano e nell'Atlantico Australe da Giglioli [1]), e anche di luce rossa, come certe salpe vedute dallo stesso tra Pulo Condore e Formosa nel mare cinese, alcune cleodore, ed anche un eteropodo non per anco descritto, rinvenuto nell'Oceano indiano.

Attesa codesta costanza nelle tinte della luce presentata dai diversi animali luminosi, è tanto più importante il fatto della mutazione dei colori nello stesso individuo notata nel *Pyrosoma atlanticum*, e per confronto non saprei altro citare che le appendicolarie osservate dallo stesso Giglioli. Egli vide che la luce emana intensa e lampeggiante dalla regione assile della appendice caudale di questo animale e che, in una specie pescata nell'Atlantico Australe nel Dicembre 1865 in lat. 1°14′ S. long. 29°38′ Ow. Parigi, la luce era sullo stesso individuo prima di color rosso cupo, poi

1) Loc. cit.

azzurro ed in ultimo verde. Nella traversata da Montevideo a Batavia fatta dalla *Magenta* potè, in quasi tutte le specie di appendicolarie trovate, notare lo stesso fenomeno di fosforescenza tricolore. Un mutamento di colore si è pure osservato nelle lucciole qualora si sottopongano ad una certa temperatura. Il Matteucci [1]) osservò che, riscaldandole, allorchè sono presso a morire, il che avviene verso i 40° R., la luce si fa fissa e rossastra.

Capitolo II.

Come si possa spiegare il trascorrere della luce da un'ascidia all'altra

§ 1. — *Origine e struttura del mantello comune.*

Nella occasione che io feci studio speciale delle correnti luminose delle penne marine, mi occupai di ricercare se vi fossero mai nervi, i quali appartenendo ad un tempo agli individui ed alla colonia, fossero quelli che, trasportando l'eccitamento, promovessero l'accensione degli organi luminosi di ciascun polipetto. Non avendo trovato in quelli animali parti che con tutta sicurezza si potessero considerare quali elementi nervosi, dopo aver ammessa la possibilità che altri tessuti potessero pure essere dotati di conducibilità per lo eccitamento, esposi la credenza che gli elementi nervosi sarebbe più facile rinvenirli in altri animali sociali, i quali, mostrando del pari correnti luminose, fossero provvisti di sistema nervoso palesissimo, e citai all'uopo il pirosoma che in allora, dal punto di vista della luminosità, io non aveva per anco studiato. Si fu per tanto nello intento di conoscere qual legame ci fosse tra l'una e l'altra ascidia, che io intrapresi lo studio delle parti per le quali stanno congiunte.

Egli è noto che quella sostanza jalina, brillante che costituisce l'inviluppo comune del pirosoma è costituita da *tessuto mucoso* non diverso da quello della gelatina di Warthon, da quello degli embrioni, e degli acalefi e di molti altri animali ed organi di animali. Infatti, lasciando ora di digredire intorno alle interpretazioni diverse a cui hanno dato luogo questi elementi, cellule stellate e nucleate *(fig. 13)* si veggono regolarmente sparse nella sostanza omogenea trasparente del mantello, mentre coi loro prolungamenti canalicolati stanno l'una coll'altra in comunicazione [2]). Questo tessuto nel quale Löwig e Kölliker [3]) trovarono la cellulosi del pari che

[1]) *Leçons sur les phénomènes physiques des corps vivants.* Paris 1847.

[2]) Rarissime volte ho vedato nel mantello ciuffi di cristallini aghiformi simili a quelli figurati da Kölliker nel mantello della *Salpa bicaudata*, e che nella nostra figura 3 sono indicati con *x*.

[3]) *De la composition et de la structure des enveloppes des Tuniciers.* Ann. Sc. Nat. III Série Zool. 1846.

nel mantello degli altri tunicati, comincia nell'uovo a manifestarsi in uno strato speciale *(fig. 14, M)* il quale è al di fuori dello *strato esterno* cellulare del *ciatozooide* e degli embrioni. Sembrerà molto strano agli embriologi di trovare un tessuto unitivo al di là dei confini che sono assegnati ai tessuti di questa famiglia, i quali, trasformati in varie guise, sogliono trovarsi tra lo *strato esterno* epidermoidale e lo *strato interno* epiteliale dell' intestino, costituendo il substrato degli organi dello *strato medio* o motorio germinativo. Nè vi sarà alcuno che possa negare che questo tessuto cresca e si comporti in genere come i tessuti vivi, abbenchè sia in tutti i modi al di fuori degli animali a cui appartiene.

Oltre di questo tessuto che costituisce la parete del tubo colle sue prominenze, vi ha anche un epitelio pavimentoso semplice, che ricopre l'esterna e la interna superficie dell' ascidiario ed è principalmente visibile là dove il tessuto mucoso si infossa spontaneamente, in seguito ad una specie di atrofia fisiologica, onde incontrare e mettere in comunicazione coll' esterno la bocca e l' orificio cloacale delle giovani ascidie generate per gemma. Nella figura 7 questo epitelio lo abbiamo rappresentato a suo luogo con punteggiature. Anche questo epitelio non appartiene di certo agli strati proprii dell' embrione delle singole ascidie.

Non sapendomi decidere ad attribuire così tosto al tessuto mucoso del mantello, sprovvisto di nervi, il potere di trasmettere lo eccitamento, intrapresi ulteriori studii i quali mi condussero a scoprire speciali comunicazioni tra l' una e l' altra ascidia, le quali ora mi farò a descrivere.

§ 2. — *Sistema muscolare sociale.*

Struttura del diaframma. — Nelle descrizioni del *Pyrosoma giganteum* si fa d'ordinario menzione di un diaframma perforato, che trovasi all'entrata della cloaca comune, il quale è muscolare. Non solo sotto l'influenza degli stimoli lo si vede contrarsi e chiudere l'apertura, ma si distinguono pure fibre muscolari circolarmente disposte, le quali sono sparse irregolarmente nel tessuto mucoso fondamentale di questa lamina. Queste fibre, delle quali non trovai cenno negli autori, sono fatte a modo delle ordinarie fibrocellule e, come non hanno legame alcuno con le ascidie, così appartengono evidentemente alla colonia e formano parte di un sistema speciale di muscoli non per anco notati.

Giova però dire di quali altri elementi risulti il diaframma, onde averne completa conoscenza. Sotto il nome di vasi, **Savigny** figurò nel diaframma speciali organi a forma di cordoni, terminati da clave, i quali si internano nel diaframma, disponendosi a raggi e mantenendosi a diversa di-

stanza dal bordo dell'orificio[1]). Collo stesso nome li descrisse il Meyen, il quale parmi avesse veduto il legame che questi organi hanno colle ascidie circostanti, dappoichè egli dice che questi vasi, diramandosi a stella, legano assieme tutti gli animaletti della famiglia, il che non è punto esatto.

Lo studio da me fatto di questi organi mi ha dimostrato che corrispondono veramente non a tutte, ma a certe tali ascidie, della qual cosa diremo dopo averne veduto le origini negli embrioni. Ciascuna delle quattro ascidiette gemelle figlia del *ciatozooide*, e fondatrice di una nuova colonia, presenta, ad un certo stadio di sviluppo, due organi sporgenti a modo di papille *(fig. 17 e 18)*, i quali si vanno poi man mano allungando come fossero due cordoni, che dipartendosi dai lati del dorso convergessero regolarmente, in un con quelli delle ascidie sorelle, all'orificio della cloaca comune che si sta scavando nell'asse del sistema. Questi organi sono dunque primitivamente otto; che se ci facciamo a ricercarli nell'adulto, si viene presto a conoscere che tutte le ascidie circostanti alla apertura della cloaca sino ad un centimetro di altezza misurato sul tubo, sono tutte provviste di organi analoghi *(fig. 21)*, costituendo così in mezzo alla colonia una speciale famiglia che pare abbia la custodia della porta comune, dipendendo da loro il poterla aprire, mentre le fibre circolari la chiudono. Tanto si è detto per ciò che, mentre questi prolungamenti trovano riscontro nelle altre ascidie composte *(Botrylloides, Amaroucium, Didemnum)* in quelli organi tanto noti sotto il nome di *prolungamenti radiciformi*, nel pirosoma non portano mai gemme, ma sono muscolari, ed agiscono contraendosi così da dilatare l'orificio del diaframma, come fossero muscoli raggiati o dilatatori. E per vero il loro rigonfiamento terminale *(fig. 21)*, incuneandosi nel tessuto circostante, trova modo di prendere valido attacco. Da quanto si è detto si rileva che le colonie dei pirosomi si accrescono dalla porzione aperta alla porzione chiusa del tubo e non già dalla sommità chiusa all'estremo aperto come credeva Le Sueur, il quale voleva riconoscere le quattro ascidie primitive al sommo del tubo. Anche Huxley, mentre ha veduti negli embrioni codesti prolungamenti che egli chiama stoloni, e li disegna nel loro rapporto col diaframma nell'adulto, pure crede sempre che la colonia si accresca dall'estremità chiusa al polo aperto. È certo però che nelle quattro ascidie, che egli figura al sommo dell'ascidiario e nelle quali ravvisa le capostipiti della colonia, non vi ha stolone alcuno.

Venendo ora alla struttura di questi prolungamenti, essi sono cavi allo interno e probabilmente comunicanti con la lacuna sanguigna che sta tra le due lamine del tegumento; la parete del tubo è composta di fibre musco-

[1]) Loc. cit. Tav. XXII, fig. 1.

lari in semplice strato, e al di fuori ad una certa distanza vi ha una guaina ricca di nuclei la quale ricorda il sarcolemma dei muscoli degli animali superiori *(fig. 22)*.

Probabilmente i globuli sanguigni che Meyen disse di aver osservato in questi organi, che egli chiamava vasi, non erano altro che i nuclei della parete esterna del tubo, la quale, allorquando il tubo si contrae, si increspa mostrandosi così come si vede nella stessa nostra figura in *b*.

Per quanto ho esposto vi ha dunque un sistema di organi speciali dilatatori del diaframma, dipendenti da quelle ascidie che hanno il loro posto in vicinanza dell'orificio della cloaca e non dalle altre, i quali organi fanno antagonismo ai muscoli speciali costrittori, che per quanto si è detto non sono in rapporto con ascidia alcuna. Oltre di questi, vi hanno pure altri muscoli, i quali legano veramente assieme tutte le ascidie della colonia, ed ai quali è d'uopo attribuire speciale importanza.

Muscoli comuni alle ascidie. — Egli è certo che, oltre lo sfintere della bocca e quello dell'orificio della cloaca, si hanno nelle ascidie dei pirosomi speciali fascie muscolari proprie a ciascun individuo, le quali sono a paragonarsi a quelle che si notano nelle salpe e nei *Doliolum*, e che sono in rapporto colla tunica interna del tegumento.

Il *Pyrosoma giganteum*, come si vede in Savigny e nelle nostre figure, non presenta in ogni età che uno solo di questi muscoli, il quale, avendo nell'embrione di gemma il rapporto che si vede nella nostra fig. 5ª, *cc*, finisce col trovarsi nel seguito al di sotto del livello dello stomaco, come fosse un muscolo destinato a costringere la cloaca *(fig. 7, cc)*. Iò credo convenga chiamarlo *costrittore della cloaca*, dappoichè egli è certo che il parto della giovane colonia, già molto grossa in paragone dell'ascidia, non potrebbe mai aver luogo se non vi fosse codesto muscolo che colle sue contrazioni vinca lo sfintere dell'orificio cloacale. Tale muscolo non manca nei pirosomi studiati da altri anatomici; noto però che nel pirosoma osservato da Keferstein ed in quello studiato da Huxley nel 1860 e da loro riferito al *giganteum*, vi hanno inoltre due anelli muscolari anche al collo, ed in quello anatomizzato dallo stesso Huxley nel 1851 e riferito all'*atlanticum*, oltre questi due, anche un terzo anello muscolare a livello del ganglio, oltre ad altre fascie muscolari che si intersecano sul dorso, siccome vedesi pure in certe salpe, e che egli figurò nel giovane generato da gemma, di cui noi abbiamo riprodotto il disegno a figura 25. In questa specie egli fa notare come codesti muscoli non siano più riconoscibili nell'adulto, il quale non conserva che il muscolo che noi abbiamo distinto col nome di *costrittore della cloaca*, che egli chiama atriale o posteriore.

Da quanto si è detto i zoologi hanno già compreso che la descrizione

delle specie dei pirosomi è da imprendersi da capo [1]); intanto a noi incumbeva di premettere queste notizie intorno ai muscoli propri delle ascidie, onde dire poi dei muscoli comuni.

Le mie osservazioni mi hanno condotto ad accertarmi che nel *Pyrosoma giganteum*, in corrispondenza del muscolo costrittore della cloaca, vi hanno altri muscoli *(fig. 3 e 7, ms)*, i quali attaccandosi alla tunica esterna del tegumento, vanno in forma di nastro da un'ascidia all'altra. La coincidenza di questi fasci col detto costrittore, il quale del resto appartiene alla tunica interna dell'animale, ha impedito ad altri osservatori di tenerne esatto conto, e di più, per la loro maniera di dirigersi, raramente cadendo nella totale loro lunghezza nel piano di distinta visione, passarono fino ad ora inosservati [2]). Questi nastri muscolari nel loro decorso non sono sempre regolari, nè costanti in numero rispetto ad una ascidia; non ostante si potrebbe dividerli in due ordini secondo la loro direzione.

Appartengono ad un primo ordine quelli che si osservano in una sezione del tubo del pirosoma che sia perpendicolare all'asse. Questi fasci sogliono passare dall'una all'altra ascidia intersecandosi così che, essendo le ascidie, come è noto, tutte col dorso rivolto all'apertura del tubo, il fascio che si trova al dorso dell'una, vada poi a cingere il ventre dell'altra per ritornare poi al dorso della terza e così via via; sempre s'intende correndo nello stesso piano in cui giace l'anello costituito dal costrittore della cloaca.

Appartengono ad un secondo ordine quelli che vanno da un'ascidia all'altra, decorrendo parallelamente all'asse del tubo, e congiungendo così le ascidie di un piano con quelle dell'altro, riunendo i fianchi omonimi delle medesime.

Avviene pertanto che ciascuna ascidia possegga per tal modo, a circostanze ordinarie, un doppio ordine di fasci muscolari che la uniscono a

[1]) Studiando l'argomento io mi convinsi che la specie osservata da Péron, *P. atlanticum*, Pér. e Le S., non coincide per certo col *Pyrosoma giganteum* di Sav., come alcuni hanno creduto. Al *P. giganteum* corrisponde esattamente quello che forma soggetto di questa memoria e quello studiato da Savigny, mentre quello osservato e figurato da Keferstein e da Huxley nel 1860, sotto il nome di *giganteum*, è di certo un'altra specie avente due fascie muscolari che cingono il collo delle ascidie. Un'altra specie, ben differente da tutte queste, è anche quella studiata da Huxley nel Pacifico anch'essa sotto il nome di *atlanticum*. Resta di più a conoscersi se il *P. elegans* di Le Sueur sia una particolare specie di piccole dimensioni, ovvero una specie creata sopra individui giovani di un'altra. Io spero che la quistione delle specie, che compongono questo genere tanto importante, venga sciolta da chi si trovi in possesso di buone raccolte in cui siano esattamente indicate le provenienze, sarà però sempre una grave difficoltà questa, cioè che, al dire di Huxley, i muscoli dell'embrione possono in parte scomparire nell'adulto, come egli notò nella specie da lui studiata nel Pacifico.

[2]) Rivedendo le fig. di Le Sueur riprodotte anche nell'articolo TUNICATI della *Todd Cyclopedy*, trovai indicate col nome di *fibre delicate traversanti il mantello*, frammenti di codesti fasci ch'egli non aveva riconosciuti per muscolari, nè seguiti nel loro corso. Analoghi fasci sono figurati da Huxley ma non descritti

destra ed a sinistra, anteriormente e posteriormente colle ascidie contigue. Anche le ascidie che mandano i loro prolungamenti radiciformi nel diaframma, non mancano di queste comunicazioni l'una con l'altra. La figura schematica della nostra tavola II, varrà a dare idea di questi muscoli pel loro rapporto.

Studiando gli embrioni di gemma e le giovani ascidie che ne derivano, nel mentre stanno prendendo posto fra la folla delle altre, non ho potuto mai colpire il momento e conoscere il modo con cui questi muscoli si formino e si attacchino; certo è che gli embrioni di gemma non hanno fino ad un certo tempo traccia alcuna di codesti muscoli, i quali, come il mantello coi suoi tessuti, possono considerarsi al di fuori di ciascuna delle ascidie.

Questi muscoli comuni delle ascidie non hanno struttura diversa da quelli che costituiscono gli sfinteri e le fascie muscolari, come anche non differiscono dai muscoli circolari del diaframma, essendo fatti a modo di fibrocellule con nucleo ovale, siccome si vede nella figura 24.

Il sistema muscolare sociale del *Pyrosoma*, per tutto quanto si è detto, consiste così dei muscoli circolari del diaframma come dei muscoli che legano assieme le ascidie. Ora egli è certo che se in questi animali si hanno nervi, come è fuori dubbio, e quali ho potuto seguirli fino alle fibre dello sfintere boccale, non mancheranno rami anche a questi muscoli che attraversano il mantello, ai quali nervi *dovrebbe essere affidata la trasmissione dello eccitamento*, che, in caso di stimolazione, va destando progressivamente la luce negli organi fosforescenti delle ascidie.

Le mie ricerche non mi hanno per anco condotto a riconoscere con certezza questi nervi, lascio pertanto aperto il campo ad ulteriori ricerche, restando nella convinzione che è per questa via che le ascidie si trasmettono l'un l'altra lo eccitamento.

Capitolo III.

Azione degli stimoli

Azioni meccaniche. — In esemplari freschi di pirosoma basta, come si è detto, il più lieve tocco a destar la luce. Lo sfregamento, l'urto repentino agiscono pure illuminando la colonia, cosicchè si spiega la luce generale in un banco di pirosomi quando il mare sia rotto e tempestoso.

Siccome fece Plinio colle foladi, mi sono provato a masticare un frammento di pirosoma, e la bocca si fece tutta quanta lucentissima così da farmi conoscere tosto i lineamenti di una persona che mi stava osservando da vicino, non appena la spalancassi; la luce però non era diffusa egual-

mente e omogenea, ma per punti brillanti, i quali evidentemente corrispondevano agli organi fosforescenti disgregati e sparsi.

Azione dell' acqua dolce. — L'azione di questo reattivo tanto utile in questo genere di ricerche, io la sperimentai sulle colonie intere di pirosomi, e poi sulla materia luminosa presa a parte.

Se si metta un pirosoma di recente pescato, od anche da qualche ora conservato in un piccolo aquario, nell'acqua dolce, dopo pochi minuti incomincia a luccicare, e la luce fatta così fissa e generale dura per due o tre ore ed anche più a lungo, essendosi mantenuta in un caso sino ad otto ore. Gli sperimenti al microscopio di cui abbiamo parlato più sopra, ed anche una semplice lente dimostrano che, mentre nella colonia la luce si rivela per intero e diffusa, pure le macchiette di ciascuna coppia hanno luce intermittente, cioè sfavillano e poi si spengono per ritornar dopo a luccicare, onde nel totale si ha come un apparenza di scintillazione.

Non vale la temperatura diminuita a scemare il potere dell'acqua dolce. cosicchè se si metta un pirosoma nella neve fondente ed un altro in acqua dolce a 35°, si avranno gli stessi effetti come coll'acqua dolce alla temperatura ordinaria. Osservai non ostante che se l'acqua dolce si riscaldi oltre questo grado, la luce si fa viva ed intensa finchè al 45° si spegne. Si vedrà fra poco a qual grado si spenga per contrario nell' acqua marina riscaldata.

Per dimostrare la influenza diretta dell' acqua dolce sopra la materia luminosa estratta dagli organi, essendo impossibile, attesa la loro piccolezza, di isolarla in alcun modo, pensai di impiegare un artificio ed approfittando della mollezza dei tessuti di questo animale, mi feci a spremerlo tutto intero, torcendolo in una pezzuola. A prima giunta l'azione meccanica produsse vivo splendore e lucente era pure il liquido spremuto, poco dopo però ogni luce era cessata. Fu in allora, che aggiunta l'acqua dolce, il liquido ritornò più che prima luminoso, restando tale per alquanto tempo. Altre frazioni del liquido spremuto, tentate un' ora e due dopo collo stesso reattivo, si illuminarono del pari; ed alcune goccie del medesimo liquido fatte cadere sopra tersa lamina di vetro e lasciate disseccare all'aria, nel giorno successivo sfregate e ribagnate con acqua di mare, diedero ancora qualche barlume, e si illuminarono poi assai meglio collo impiego dell'acqua dolce.

Questi sperimenti vengono a provare per l'animale in discorso, quanto anche per le pennatule io ho potuto dimostrare, che l'acqua dolce agisce stimolando ed offendendo gli animali vivi ed integri, come anche agisce direttamente rendendo luminosa la materia fosforescente estratta dagli organi luminosi. Nel caso del pirosoma la luce ritorna anche dopo che

questa materia sia stata soggetta a disseccamento siccome suol darsi anche per la materia luminosa delle foladi, come di già Reaumur aveva osservato.

Azione dell'alcool. — L'alcool e l'etere agiscono sul pirosoma del pari che nelle pennatule, cioè eccitando l'animale e facendolo risplendere di luce fissa, la quale può durare da un quarto d'ora a 25 minuti, per poi spegnersi in un colla vita dell'animale. La luce ottenuta con l'impiego dell'alcool ci è sembrata meno intensa di quella che abbiamo vista prodursi per l'azione dell'acqua comune e soprattutto per quella dell'ammoniaca.

Come nelle pennatule, e nelle meduse aventi epitelio esterno fosforescente [1]), l'alcool spegne tosto ogni luce se appena arrivi a toccare la materia luminosa, così avviene del pari anche nel pirosoma. Infatti il liquido spremuto colla pezzuola dal pirosoma vivente viene tosto dall'alcool spento.

Numerose prove mi hanno dimostrato in questo, come in altri animali fosforescenti che le sostanze contrarie alla vita destano la luce, la quale cessa poi poco dopo col morire dell'animale; fummo però sorpresi nel veder morire pirosomi in acqua dolce acidulata con acido solforico, senza dare il benchè minimo barlume di luce, nel mentre le noctiluche, morendo per tal guisa, non mancano di scintillare, siccome osservò il Quatrefages.

Azione dell'elettricità. — Se le penne marine, per cagione di loro sensibilità, ci hanno cagionate difficoltà non poche a valutare esattamente l'azione di questo stimolo, maggiori ce ne ha offerto il pirosoma per la scarsissima o nessuna conducibilità del tessuto mucoso, che costituisce l'involucro comune a tutti gli individui della famiglia. Non valse stimolare il pirosoma con lo sfregamento e poi farlo percorrere da correnti di notevole forza, le quali, come non erano valse ad eccitar la luce, così non valevano a sostenerla; e gli elettrodi, toccando i due estremi dell'animale, agivano piuttosto come stimoli meccanici eccitando correnti luminose, come avrebbero fatto due corpi che con la pila non avessero avuto alcun rapporto.

Azione del calore. — Se dall'acqua marina, alla temperatura per es. di 11° C., che è quella che aveva l'acqua di un aquario nel dicembre, si trasportino dei pirosomi in altra raffreddata a 4° ed anche a 0°, non mutano sensibilmente nel loro potere luminoso, ed agitati con un bastoncino nella prima, nella seconda e nella terza, si mostrano similmente luminosi, e la luce colla stessa prestezza si spegne di poi, per ricomparire ad altra volta che lo si stimoli. Riscaldando per contrario l'acqua di mare nella quale si conteneva un pirosoma, la luce cominciò a manifestarsi, quantunque debole, quando si fu giunti ai 28°, e pian piano andò diminuendo, finchè verso il 60° cessò. Ci occorse altra volta di vedere la luce comparire

[1]) *Intorno alla sede del movimento luminoso nelle meduse*. Rendic., agosto 1871.

ai 20°, poi cessare e non ricomparire più a temperatura più elevata. Probabilmente era il caso di individui già affievoliti dal mare tempestoso.

Azione della luce.—Ad eccezione dei beroidei, io non ho trovato finora altro animale il cui potere luminoso venga sospeso dall'azione della luce, ed anche il *Pteroides griseum* citato nella memoria intorno alle Pennatule, ritentato in seguito, si mostrò indifferente all'azione della luce solare. Anche il pirosoma non ci parve meno luminoso dopo l'azione della luce diurna, ed anche dei raggi diretti del sole.

Ci duole sommamente di non esserci trovati in circostanze opportune per analizzare allo spettroscopio la luce di questa singolare incandescenza senza calore sensibile che il pirosoma presenta. Il signor Dott. Ray Lankester dopo aver ripetuti i miei esperimenti e verificati i risultamenti dei medesimi, si provò collo spettroscopio annesso al microscopio, ma la luce di uno o dei due organi di una ascidia era intermittente e troppo scarsa.

CONCLUSIONI

I. Nei Pirosomi la luce emana da organi speciali, i quali sono due per ciascuna ascidia.

II. Questi organi sia negli embrioni *composti*, come negli embrioni *di gemma*, si veggono derivare dallo *strato esterno* cellulare del blastoderma, del quale strato fanno parte.

III. Nell'adulto trovansi ai lati del collo, al disopra delle branchie, tra la tunica interna e la esterna del tegumento, aderendo a quest'ultima ed essendo irrigati dal sangue che circola nello spazio lacunare che sta fra le due tuniche.

IV. Tali organi consistono, nell'embrione e nell'adulto, esclusivamente di cellule sferiche senza nucleo, contenenti una sostanza solubile nell'etere ed una sostanza albuminoide.

V. La luce nei Pirosomi comincia già a mostrarsi negli embrioni delle giovani colonie prossime ad essere partorite, ed è di due maniere, o azzurrina come nel *Pyrosoma giganteum*, o policroica come nel *Pyrosoma atlanticum*.

VI. La materia contenuta nelle cellule dell'organo luminoso di una delle ascidie viene chiamata ad illuminarsi non solo da stimoli che agiscono su di quell'ascidia direttamente, ma anche da stimoli che agiscono sopra un'altra ascidia qualunque della colonia, manifestandosi così delle correnti analoghe a quelle delle pennatule, ma varianti di velocità al variare dello stato dell'animale.

VII. Esistendo fra le ascidie della colonia uno speciale *sistema muscolare sociale*, si può ben credere che i nervi di questo sistema siano quelli che, andando dall'una all'altra ascidia, servano alla trasmissione dello eccitamento, il quale produce, in seguito alla stimolazione, la illuminazione generale della colonia.

VIII. Morto il Pirosoma, la luce non si può suscitare dal suo corpo in via di sfacelo, come si può fare con le Pennatule e con le Foladi; ma la materia luminosa, estratta colla spremitura dall'animale vivo e lasciata nell'acqua marina, conserva per un certo tempo il potere di ridiventare luminosa, e può essere chiamata ad illuminarsi dalle azioni meccaniche e dall'acqua dolce, persino dopo il disseccamento.

IX. La sostanza fotogenica del Pirosoma con molta probabilità è di natura grassa. In ogni caso presenta gli stessi fenomeni della materia da me trovata negli organi luminosi dei pennatularii, nelle cellule dell'epitelio esterno delle meduse fosforescenti *(Pelagia noctiluca* e *Cunina moneta)*, come anche in organi speciali nelle foladi, nei chetotteri e nei beroidei, e reagisce al par di quella che si contiene nelle noctiluche e nelle talassicole.

PHOLAS DACTYLUS

CENNO STORICO

Per quanto è a mia conoscenza, Plinio fu il primo che abbia parlato della luce di questi molluschi, esprimendosi nei seguenti termini:

Concharum e genere sunt dactyli ab humanorum unguium similitudine appellati. His natura in tenebris, remoto lumine, alio fulgore claro, et quanto magis humorem habeant, lucere in ore mandentium, lucere in manibus atque etiam in solo ac veste, decidentibus guttis, ut procul dubio pateat succi illam naturam esse quam miraremur etiam in corpore [1]).

Le osservazioni di Plinio furono riferite da tutti e verificate da molti, tra cui merita speciale menzione il Reaumur [2]), il quale fece notare come, allo inverso dei pesci, le foladi lucano quando sono vive, mentre

[1]) *Historiarum mundi*, liber IX — *De dactylorum miraculis*.

[2]) *Des merveilles de Dails et de la lumière qu'ils repandent* — Mém. de l'Ac. des sciences. Paris, 1723.

quelli cominciano a lucciare dopo la morte. Egli credeva che da tutta la superficie del corpo delle foladi emanasse materia lucente, e lucenti vide pure frammenti staccati, come anche i corpi con cui le foladi si erano toccate e l'acqua in cui si erano lavate le mani bagnate del loro muco. Egli osservò del pari che la luce cessa nella materia diseccata, ma che ritorna quando la si ribagni.

Un anno dopo la pubblicazione della memoria di Reaumur, Beccari, Monti e Galeati [1]) si occuparono del fenomeno della fosforescenza degli animali e fecero esperimenti con risultati non dissimili, facendo conoscere che le foladi nel latte lucono al massimo, la quale apparenza dipende dalla riflessione fatta dai globetti di questo liquido, della qual cosa già ebbi a tener discorso nel mio lavoro sulle Pennatule [2]).

Il ch. Edwards, nelle pregiatissime sue Lezioni [3]), dopo aver riferite le osservazioni di Reaumur, dice ch'egli pure, avendo messi nell'alcool diluito alcuni individui che erano poco fosforescenti, vide scaturire un liquido luminoso che, discendendo, si dispose a strato in fondo al vaso, ove continuò a lucciare per un certo tempo.

Per quanto si riferisce alla sede del potere luminoso nelle foladi, i naturalisti che si sono occupati di far ricerche intorno a questi molluschi, sia dal punto di vista della loro struttura, come del loro modo di vivere, e specialmente in riguardo alle perforazioni che sogliono fare nelle rocce, come da quello della luminosità, non rivelarono alcuna cosa, se si eccettui Coldstream, il quale in un celebre articolo sulla luce animale [4]) dice che la luce è più viva alla superficie interna dei tubi respiratori, la quale asserzione sarà dalle nostre osservazioni rettificata, insieme a quella di Will [5]), il quale disse che la luce emana più viva là dove sono i muscoli che chiudono la conchiglia.

Capitolo I.

Organi luminosi

Rinvenimento di questi organi. — Dirò primamente con quale semplicissimo mezzo io arrivassi a scoprire e determinare gli organi dai quali scaturisce, a modo di secrezione, la materia lucente delle foladi.

Se questi molluschi, una volta che siano stati tolti dagli scogli, si la-

[1]) Comm. Bonon. Vol. II, 1721.

[2]) *Gli organi luminosi e la luce delle pennatule.* Atti di questa Accademia, Vol. V.

[3]) *Leçons sur la Physiol. et l'Anat. Comp.* T. VIII. Paris 1863.

[4]) Todd Cyclopedy of Anat. and Physiol.

[5]) *Ueb. das Leuchten einiger Seethiere.* Arch. für Naturgesch. 1844.

scino tranquilli in una conca e si osservino nella oscurità, non lucono punto, nel che non differiscono dagli altri animali luminosi del mare, i quali vogliono essere stimolati onde accendersi. Non appena si agitino e si smuovano diffondono nell'acqua nubecole lucenti; che se, fuori l'acqua ovvero mantenendolo sommerse, si aprano forzatamente le valve e si spacchino i sifoni e si maneggino le parti molli, tosto si vedrà un liquido luminoso coprire tutto l'animale e diffondersi o sgocciolare. L'acqua della conca si illumina tutta, ed ogni cosa che sia toccata dal muco lucente viene pure ad illuminarsi. Dopo aver luccicato per un certo tempo, questo liquido finisce spontaneamente collo spegnersi, per ritornar luminoso quando si rinnovino i maneggi.

Trattandosi evidentemente di una secrezione, due casi potevano darsi: o che fosse generale, cioè procedente indistintamente da tutte le parti del tegumento, come da tutti si era creduto, ovvero parziale cioè in dipendenza di speciali organi glandolari localizzati. Ho pensato per tanto di ricorrere al filo d'acqua cadente, col quale nella oscurità lavai il corpo delle foladi mentre luceva. Il muco luminoso esuberante venne così allontanato grado grado, e come il mantello ed il sifone anteriore erano stati precedentemente aperti pel lungo, così mi apparvero dei luoghi in cui la luce ora continua, azzurrina e viva, nè colla lavatura si poteva rimoverla; che anzi lieve pressione o sfregamento accompagnato dalla corrente dell'acqua, faceva vedere come da quei luoghi scaturisse e fluisse l'umore luminoso. Che se la corrente d'acqua si interrompeva, in breve tutto il corpo dell'animale, ribagnandosi dell'umor lucente, ritornava come prima illuminato in totale.

Per tal modo venni a conoscere esistere veramente *organi speciali da cui emana la materia lucente*, la quale, per chi non usi questo mezzo della lavatura, sembra segregata da ogni parte della superficie dell'animale. I luoghi d'onde scaturisce l'umore luminoso nella *Pholas dactylus*, L., sono costanti cioè:

I. Il bordo superiore del mantello fino alla metà di ciascuna delle due valve. A questo bordo corrisponde l'arco luminoso della nostra fig. 1ª.
II. Due aree triangolari poste ai lati della linea mediana all'ingresso del sifone anteriore.
III. Due altre aree allungate a modo di cordoni paralleli disposti nel sifone anteriore, come si vede dalla stessa figura.

Avendo sottoposti ad esame moltissimi individui della specie in discorso, la quale abbonda nei tufi del golfo di Baja, non mi avvenne mai di trovarne uno che dagli altri differisse rispetto alla disposizione degli organi luminosi. Se questi organi si amputino, siccome io ho fatto non poche volte,

e poi si lavi diligentemente l'animale, si vedrà che il potere luminoso in lui si è estinto.

Giova ora, rivolgendo lo sguardo alla figura 2ª, vedere che cosa corrisponda a queste parti. Al bordo superiore del mantello non corrisponde organo che a prima giunta si faccia palese, onde ne parleremo di poi, ma per contrario alle altre parti sopra indicate, corrispondono organi ben circoscritti, i quali non so invero come siano passati inosservati ad anatomici reputatissimi, che scrissero intorno alle parti ed alla struttura di codesti molluschi. Solo in Poli, il quale del resto non fece speciali ricerche intorno alla luce delle foladi, essendosi limitato a ripetere gli esperimenti di **Plinio**, trovai figurati gli *organi triangolari* ed i *cordoni* sopranominati senza che del loro ufficio menomamente egli avesse dubitato [1]. A proposito degli *organi triangolari* egli dice: *Musculis retractoribus imminent duo corpuscula quae in figura sexta magis conspicua sunt. Referunt ipsa totidem veluti rudimenta fistulae membranaceae ineleganter sinuatae ac pinguedine involutae. Quinam vero sit eorum usus pronuntiare non audemus* — Anche i due cordoni sono figurati senza che egli ne faccia speciale menzione. Nemmeno in altre specie di foladi, le cui figure e descrizioni ho consultate, ho trovato mai organi analoghi descritti, restandomi il sospetto che nella *Pholas crispata*, che vedesi figurata nel *Règne animal*[2]), non si siano considerati i cordoni fosforescenti del sifone quale una continuazione delle branchie.

Forma, rapporti e struttura. — Si è detto del posto degli *organi triangolari* e dei *cordoni*, nè la loro forma, quale si vede nelle figure, esige lunga descrizione. Gli *organi triangolari* si presentano percorsi da solchi paralleli qualche volta irregolari, diretti dall'interno all'esterno e dall'alto in basso, i quali dividono il totale in cinque o più lobi. I *cordoni* del sifone, assottigliati ai due estremi, si presentano pure solcati di traverso o meglio si direbbero increspati; tali increspature vanno diminuendo od aumentando quando il sifone sia rilasciato, ovvero in istato di contrazione. Entrambe queste coppie di organi si presentano come porzioni alquanto rilevate del mantello, delle quali il candore fa risalto sul colorito grigio speciale dell'animale *(fig. 2 e 3)*.

Le injezioni fatte allo intento di conoscere se vi abbiano vasi destinati a questi organi, mi fecero conoscere che tronchi vascolari speciali non vi sono e che la irrigazione dei medesimi viene fatta dalla rete capillare superficiale dello strato interno del mantello, la quale fu rappresentata nella figura 4. È però a dirsi che un ramo cospicuo *(fig. 3, r p)* dell'aorta inferiore *(a o)*, dopochè questa si è divisa nelle due arterie dei sifoni *(a s)*.

[1]) *Testacea utriusque Siciliae* 1791. Vol. I, Tav. VIII.

[2]) *Mollusques*, pl. 113.

prende di mira i due *organi triangolari* e al di sotto di essi si divide in tre tronchi; il primo, che dà rami ascendenti al mantello; il secondo, rami che si dirigono verso il bordo; il terzo, rami in basso verso il sifone. I capillari, di cui abbiamo detto, si veggono nelle sezioni degli *organi triangolari* e dei *cordoni* (*fig. 5 e 6, d*).

In quanto ai nervi degli organi luminosi delle foladi, per il bordo superiore del mantello non ho trovato rami speciali, ma per gli *organi triangolari* e pei *cordoni* essi si possono indicare. Il ganglio così detto *posteriore* o *branchiale*, oltre i due tronchi che lo uniscono ai gangli esofagei (*fig. 3, x*) ed ai due tronchi branchiali (*y*), fornisce due tronchi inferiori pel mantello e pei sifoni. Dopo breve decorso, ciascuno di questi due tronchi presenta un piccolo rigonfiamento gangliare, non solito a vedersi nei molluschi affini, dal quale partono primamente due rami (*n'*), che corrono insieme alle due arterie dei sifoni e discendendo lungo i *cordoni fosforescenti*, danno loro dei ramoscelli. L'altro ramo che parte dal ganglietto in discorso dà, l'un dopo l'altro, quattro ramoscelli discendenti al sifone ed, oltre a questi, uno che va all'organo triangolare per poi riuscire al bordo esterno dello stesso (*fig. 3 e 4, n''*). Finalmente dallo stesso ganglietto parte anche un esilissimo filamento, che passa molto vicino all'angolo superiore dell'organo, senza contrarre rapporto col medesimo (*fig. 3 e 4*).

Venendo ora alla struttura di questi organi, dirò che le sezioni, fatte in ogni senso e con diversi metodi di preparazione, mi hanno dimostrato trattarsi non altro che di pulvinuli sporgenti di tessuto unitivo compatto come sarebbe quello del derma (*fig. 5 e 6, c*), i quali alla superficie sono rivestiti di un epitelio speciale. Le figure 5 e 6 danno a vedere la forma e la disposizione degli elementi in una sezione di un *organo triangolare* e di un *cordone*.

In quanto all'epitelio, il quale costituisce lo straterello candidissimo che riveste questi organi, esso è degno di speciale descrizione dappoichè è *quello che produce l'umore fosforescente*.

Le foladi, come i molluschi affini, sono rivestite nelle parti molli da un epitelio, il quale suole essere cigliato alla superficie del piede, delle branchie, ed alla pagina interna del mantello e dei sifoni, e cilindrico, semplice con speciale cuticola al bordo del mantello ed alla superficie esterna dei sifoni, la quale superficie è anche provvista di speciali papille (*fig. 5, i*). Questo epitelio non va a seconda della superficie degli organi, ma si approfonda in solchi speciali, i quali sono paragonabili a quelli che limitano le circonvoluzioni cerebrali, per guisa che la superficie epiteliale è molto maggiore di quanto sembri a prima giunta, siccome si osserva anche per l'epitelio intestinale di molti animali sprovvisti di glandole enteriche pro-

priamente dette. I solchi, che abbiamo notati negli *organi triangolari* ed anche quelli che si veggono di traverso nei *cordoni*, hanno lo stesso significato di questi che ora abbiamo menzionati, solo che sono molto più profondi e palesi in ragione della struttura dell'organo.

Gli *organi triangolari* ed i *cordoni*, come appartenenti alla superficie interna del mantello, sono dunque rivestiti da epitelio cigliare delle ordinarie forme e nelle stesse dimensioni di quello che riveste gli organi adiacenti, ma il contenuto delle sue cellule è molto differente *(fig. 8)*.

Il nucleo delle medesime pel primo si mostra granelloso e tali granellini sono sporgenti alla sua superficie e facilmente si sgretolano. Questa particolarità del nucleo si estende di consueto a tutto il contenuto di queste cellule, le quali appajono così tutte granellose e per ciò i loro contorni si confondono, nè riesce sempre agevole il determinarli. Tali cellule sono anche, a differenza di quelle dell'epitelio cigliare delle altre parti, labili e facilmente lasciano sfuggire il loro contenuto. Basta toccare col portoggetti la superficie di uno di questi organi, per vedere tosto una materia bianca aderirvi, la quale sottoposta all'ingrandimento necessario, si vede composta di nuclei granellosi come si sono descritti, di granelli minutissimi, di goccioline adipose ed anche di masse rappresentanti l'intero contenuto delle cellule, delle quali conservano la forma *(fig. 9)*. Oltre di questi elementi, si veggono pure piccoli corpi cigliati, che vanno vagando pel liquido, come fossero cellule dell'epitelio in istato di atrofia, ma però ancora provviste di movimento [1]).

Questa materia granellosa è solubile nell'alcool e nell'etere ed è quella che dà il candore a questo strato di epitelio, il quale del resto somiglia a quelli che abbiano subita degenerazione adiposa. S'intende facilmente, per quanto abbiamo detto, che tale materia non è visibile che nelle foladi fresche; che se vengano messe nell' alcool o nell' etere, in breve gli organi scompajono o per lo meno restano indistinti, sciogliendosi il contenuto di questo epitelio, il quale in seguito non si presenta diverso dagli altri, siccome si vede nella figura 5 e 6, le quali rappresentano preparati che già subirono l'azione dell'alcool assoluto, allo intento di indurirli. Un carattere insolito vogliamo citare per soprappiù al riguardo di questo speciale epitelio, ed è quello di presentare ad intervalli ciglia più lunghe delle altre che si muovono con più lento ritmo *(fig. 8)*.

Il contenuto particolare delle cellule dell'epitelio cigliare dei *cordoni* e

[1]) Tali corpi non si possono confondere con altri elementi e ricordano quelle piccole sfere di segmentazione che, essendo state superflue alla formazione dell'embrione, vanno errando coll'ajuto delle ciglia, nella cavità dell'uovo del *Teredipes* e che un tempo furono credute parassiti e distinti col nome di *Cosmella*. Tali corpi ricordano del pari l'epitelio cigliato a cellule sferiche, che si trova alla superficie esterna degli spatanghi e in diversi organi degli echinodermi.

degli *organi triangolari* è quello che costituisce la materia luminosa delle foladi ed una falda dello stesso epitelio, posta al di sotto del bordo convesso e rigonfio del mantello (*fig. 2, a*), è quella che rende luminoso l'arco indicato dalla nostra figura 1. Per la sua proprietà di luccicare questo epitelio potrebbe chiamarsi *fosforescente* e gli organi che ne sono provvisti avrebbero il significato di glandole, solo che non sogliono, come le altre, figurare a modo di approfondamenti, ma per contrario a modo di sporgenze rivestite di speciali elementi glandolari. Questo epitelio può essere anche paragonato a quello delle meduse fosforescenti da me descritto[1]), abbenchè quello fosse pavimentoso e talvolta, come nelle cunine, contenente una sola goccia adiposa per ogni cellula, corrispondente al nucleo tramutato in sostanza grassa.

La piccolezza dei granellini, in cui si scioglie il nucleo e tutto il contenuto delle cellule dell'epitelio fosforescente delle foladi, spiega la luce uniforme del muco o dell'acqua a cui i detti granelli si siano mescolati, mentre nelle cunine per contrario la luce appare per faville distinte corrispondenti alle goccie adipose di ogni cellula, le quali scintille sono relativamente di considerevole grandezza.

Gli organi fosforescenti delle foladi, siccome fanno parte dello *strato esterno* epiteliale, così possono anche essere paragonati a quelli dei pirosomi dal momento che, per lo studio che ho fatto degli embrioni, venni a dimostrare che gli organi luminosi di questo tunicato sono pure dipendenza di questo strato. Nel pirosoma le cellule si sono approfondate nella lacuna sanguigna, posta fra le due lamine del tegumento, e restano fisse; quì nelle foladi per contrario le cellule sono rimaste al di fuori e per loro natura essendo fragili e labili, avviene che il loro contenuto luminoso si diffonda allo esterno a guisa di secrezione.

Lo sperimentatore che si accinge a far prove intorno alle foladi deve sempre tener presente questo carattere della fragilità delle cellule, dappoichè molti stimoli agiscono indirettamente cioè per ciò che, promovendo la contrazione dei muscoli sottoposti agli organi in discorso, determinano anche la rottura consecutiva delle cellule dell' epitelio fosforescente e quindi la comparsa della luce, senza che si possa conoscere se l'eccitamento abbia provocato o no la illuminazione del contenuto degli elementi cellulari, come si può facilmente verificare nel pirosoma e nelle pennatule.

Io non so dir altro intorno alla natura della sostanza lucente delle foladi se non che ha un odore speciale e si scioglie nell'alcool e nell'etere, nell'ammoniaca e nella potassa, ed appartiene con tutta probabilità alla fa-

[1]) *Intorno alla sede del movimento luminoso nelle meduse*. Rendic., agosto 1871.

miglia delle sostanze grasse; esprimendo il mio vivo desiderio che sia sottoposta dai chimici a particolare esame. Essa si può raccogliere in piccola quantità, sfregando la superficie degli organi in discorso; però, agendo sopra centinaja di individui, io non dubito si possa avere materiale sufficiente anche per una analisi quantitativa. Aggiungendo un poco di acqua marina al liquido spremuto da una certa quantità di organi amputati, si potrà anche filtrare e, come i granelli della sostanza fosforescente sono piccolissimi, così essi passano attraverso la carta. Si avrà in allora un liquido opportunissimo per i saggi, poche goccie del quale bastano ad illuminare una massa considerevole di acqua dolce.

Capitolo II.

Esperimenti diversi — Analisi spettrale

Si è detto già come le foladi nella tranquillità non lucano punto, come agitate e scosse nell'acqua diffondano nubi lucenti, e come stimolate direttamente dal tocco si facciano tutte luminose. Se la materia lucente si raccolga dal vivo e la si lasci spontaneamente seccare, ribagnata in seguito con acqua dolce od anche con acqua marina, riluce, siccome già Reaumur aveva veduto, e come io verificai anche per la materia luminosa del *Pyrosoma giganteum*. Frammenti di mantello in un cogli *organi triangolari* seccati, e poi umettati a più riprese per molti giorni di seguito, rilucevano sempre.

Per avere la maggiore intensità nella luce delle foladi è d'uopo amputare gli organi fosforescenti e poi spappolarli in piccola quantità d'acqua dolce o di latte ovvero di etere. Agitando la massa, la luce si farà viva e tale da potere agevolmente riconoscere una persona al volto della quale si avvicini il vaso. Uno degli organi triangolari bagnato con etere basta a lasciar leggere le ore all'orologio.

In omaggio a Plinio ho ripetuto più volte l'esperimento di masticare e deglutire le foladi, le quali hanno ottimo sapore e sono generalmente imbandite là dove abbondano. È in vero sorprendente a vedersi nell'oscurità il cavo della bocca illuminato nel mentre che null'altro si scorge della persona. Ogni papilla, ogni piega della mucosa si rende visibile sino al faringe, ed aprendo le labbra e tenendo contemporaneamente i denti stretti, la luce traspare dagli intervalli, così che i denti si mostrano tutti fulgidi e distinti. La luce in tal caso non si estingue così presto, chè anzi, cessata l'azione meccanica della masticazione, la saliva favorisce e fissa lo splendore della sostanza luminosa, verosimilmente per l'azione dell'acqua co-

mune, di cui per la massima parte questo liquido consiste, alla quale azione si congiunge quella del calore della bocca e dell'aria che la attraversa.

Azione dell'aria e dell'ossigeno. — Morte le foladi, sia che i corpi di molti individui tolti dal nicchio si ammassino a putrefare, sia che ciascuno si lasci a se stesso esposto all'aria, la luce continua in un caso sino a putrefazione inoltrata, nell'altro finchè gli organi restano umidi. In questo secondo caso la luce si fissa sopratutto negli *organi triangolari* che sono più profondi, mentre il bordo del mantello ed i sifoni preferibilmente si disseccano. Mi è avvenuto così di vedere negli *organi triangolari* la luce durare fissa sino a sei giorni dopo che la folade era in secco. La luce che alla fine si spense, riapparve poi dopo in seguito all'azione dell'acqua dolce. Altre volte sospesi delle foladi in una campana di ossigeno ed altre in altra campana contenente aria e, mentre il piede ed i visceri erano caduti in isfacelo, dopo dieci giorni la luce durava ancora nei due casi negli organi triangolari, i quali, in un col mantello, aderivano ancora alle valve della conchiglia. Sebbene la luce sembrasse estinta, bastava lo scuotimento a farla più palese.

Le esperienze fatte sopra le pennatule [1]) e sopra le meduse dimostrarono già che l'azione dell'ossigeno puro sulla materia fosforescente degli animali marini nè è subitanea, nè più energica di quella dell'aria, mentre è invece più viva sopra il grasso di altri, come sarebbero gli eledoni.

Azione dell'acido carbonico. — Questo gas spegne la luce delle foladi; intanto è d'uopo ch'io dica come ed in quali casi. Se si metta una listerella di carta, bagnata nell'umore luminoso di una folade, nell'acido carbonico, la luce non si spegne tosto e dura tanto come nell'aria o nell'ossigeno, cioè per qualche minuto. Ciò significa che la materia luminosa continua a luccicare a dispetto dell'acido carbonico, finchè l'acqua marina con cui è commista contiene aria. Una folade viva col mantello ed il sifone spaccato, così come si vede nella nostra figura 2, se la si sospenda in una campana ripiena di acido carbonico si vedrà lucente per alquanto tempo, principalmente nel luogo degli organi luminosi; però, se si prolungherà l'esperimento sino ad un'ora, ogni luce scomparirà, nè ritornerà mai più, per quanto tempo passi o per quanto la folade venga agitata e scossa. Che se invece, dopo che la folade è stata un giorno nell'acido carbonico, morta o viva, la si rimetta all'aria, dopo qualche ora ritornerà lucente come in prima. Questi esperimenti si assomigliano a quelli che Matteucci fece con le lucciole terrestri e portano alla conclusione che il fenomeno in essenza sia una lenta combustione; solo che per le foladi è d'uopo attendere non già dei minuti ma delle ore. Ho stimato superfluo di fare le stesse prove con

[1]) Mem. cit.

l'azoto o con l'idrogeno, dal momento che il ritorno della luce nelle foladi che furono per un giorno nell'acido carbonico, dimostra che questo gas non altera la materia luminosa.

Azione dell'acqua dolce. — Come negli altri animali fosforescenti del mare, l'acqua dolce agisce sulle foladi energicamente. Primamente, irritando l'animale, promove la secrezione dell'umor lucente, ed in secondo luogo, siasi pur *bollita* o *distillata*, ha una azione diretta sulla materia lucente al di fuori dell'animale, come si è notato anche negli acalefi, nelle pennatule e nei pirosomi ecc. Trattando per tanto il succo delle foladi con acqua dolce, la luce compare e si fissa e continua per qualche ora. L'acqua dolce a 0°, od a caldo, agisce similmente e, se si mettano le foladi nella neve fondente, si ha un effetto considerevole, poichè mentre il freddo agisce promovendo le contrazioni dell'animale e la sortita dell'umor lucente dalle cellule degli organi luminosi, l'acqua dolce rende poi fissa la luce. Così pure se il succo delle foladi, filtrato o no, si faccia cadere sopra un pezzo di neve, lo farà tutto luminoso e la luce durerà alquanto tempo.

Azione dell'alcool e dell'etere. — Questi liquidi agiscono con una certa diversità secondo il modo con cui sono impiegati. E per vero se il liquido che fluisce lucente da una folade cade nell'alcool o nell'etere, non si spegne così tosto, come avvenne al ch. Edwards di osservare, e dura luminoso per cinque o dieci minuti, fino a quando cioè tutta la massa del medesimo non sarà stata invasa dall'alcool o dall'etere. Che se per contrario il muco luminoso lo si diluisca nell'acqua dolce o marina e si aggiunga poi dell'alcool, la luce cessa pressochè di subito.

Questo fenomeno che abbiamo già notato nelle pennatule, nelle meduse, nei pirosomi ed in altri si spiega da ciò che, come si è detto, l'alcool e l'etere sciolgono la materia luminosa che si trova nelle cellule dei tessuti fosforescenti.

L'ammoniaca, la potassa accendono pure la luce e la fanno viva; ma presto si spegne. Gli acidi ordinari la spengono quasi di un tratto.

Azione dell'elettricità. — Facendo passare una corrente attraverso al corpo di una folade questa si illumina tutta quanta. A questo fenomeno contribuisce principalmente la contrazione muscolare che si è promossa e che spreme l'umor lucente. Se per contrario la stessa corrente si faccia passare attraverso all'acqua, alla quale si sia mescolato il liquido lucente, l'azione sua si vedrà molto debole.

Azione del calore. — Riscaldando l'acqua di mare ove siano delle foladi, la luce si vedrà comparire ai 26° C. e continuerà sino ai 70°, ai 73° e persino ai 76°. Così pure, se mentre l'acqua è a 45°, si immerga in essa una folade, la luce comparirà tosto e continuerà del pari sino ai 73° circa.

Questo fatto di luce durevole sino a questa temperatura si accompagna con quello del pirosoma, in cui la luce non si spegne che a 60°. Gli stessi effetti si avranno agendo sopra il succo delle foladi diluito e filtrato.

La luce diurna, ed anche i raggi diretti del sole non hanno azione alcuna sulla luminosità delle foladi.

Colore della luce, analisi spettrale. — Il colore della luce di questi molluschi è azzurrino chiaro, più facilmente visibile non già nella materia fosforescente diffusa nell'acqua o nel muco, ma piuttosto là ove corrispondono gli organi luminosi, i quali possono vedersi anche di giorno splendenti, bastando l'intervento dell'ombra della mano, ovvero mettendoli nel fondo di un tubo a pareti opache. In questo caso però, all'occhio pregno di luce diurna, la luce degli organi luminosi delle foladi sembrerà verde, siccome si è notato in altri casi e specialmente nel caso del pirosoma.

Per l'analisi della luce, opportuno più che ogni altro si prestò lo spettroscopio di Sorby e Browning applicato al microscopio, e l'egregio D.r Ray Lankester ebbe la bontà di offrirmelo e di eseguire di conserva le osservazioni. Tale spettroscopio, essendo a doppio raggio passante pel medesimo prisma, presenta il grande vantaggio di avere due spettri contigui, l'uno quello della luce solare, l'altro quello della sostanza in esame. Usando noi in quella occasione la luce del gas illuminante, era d'uopo far passare questa luce per una sostanza che fornisse delle linee di assorbimento, il cui posto fosse già fissato rispetto alle linee solari. La sostanza usata nel nostro caso fu la soluzione di ipermanganato di potassa, che dà cinque linee ben distinte. Disposte così le cose, si sottoposero alle osservazioni gli *organi triangolari* e poi i *cordoni*, impiegando per accenderli una goccia di etere. La luce durò vivissima per alcuni minuti onde con tutto agio si potè esaminarla. La luce delle foladi è monocromatica, come quella delle beroe, delle alcinoe, degli ippopodi, delle meduse e delle eledoni altra volta osservati; però la sua fascia azzurrina ha un posto fisso e precisamente si estende dalla linea E alla F, oltrepassando questa di qualche poco *(fig. 10)*.

Sarebbe veramente importante di verificare se le luci degli altri animali marini, che sono del pari monocromatiche, abbiano lo stesso posto.

Capitolo III.

Tentativi per discoprire se durante la fosforescenza vi abbia aumento nella temperatura.

Tutti coloro, che hanno fatto studio della fosforescenza degli animali in istato di vita, sentirono il desiderio di tentare col termometro a mercurio

se mai vi sia aumento di temperatura nel momento dello splendore, e quasi tutti sono stati concordi nel dichiarare che con tal mezzo non ne hanno potuto verificare. Anche quando molte lucciole ne circondavano il bulbo, toccandolo con gli anelli fosforescenti dell'addome, siccome dice Matteucci [1]), ed anche allorchè le noctiluche, ammassate e luccicanti, lo cingevano, come riferisce Quatrefages [2]), non si vide il benchè minimo segno di aumentata temperie.

Nel consultare libri e memorie, mi è occorso non ostante di leggere che Kuhl, a Giava, trovò la temperatura dell'acqua dolce, nella quale aveva messo un pirosoma ed un termometro ordinario, aumentata di 1.° C., [3]), della quale osservazione si è parlato nel cenno storico relativo alla luce di questo animale.

Mi è anche occorso di leggere in Gavarret [4]), i risultamenti delle osservazioni di Valentin [5]), sopra la *Pelagia denticulata*, la quale presentò un aumento di 0°, 20 a 0°, 75, nella cavità dello stomaco, sopra la temperatura dell'acqua di mare, nella quale era contenuta; e che, esaminata alla superficie del corpo, presentò aumento fino ad 1°.

Siccome i pirosomi nell'acqua dolce si illuminano completamente e la loro luce dura alquanto e siccome, abbenchè Valentin non faccia parola di fosforescenza, nelle pelagie suol essere fosforescente l'epitelio della superficie del corpo, così l'aumento di temperatura annunciato da Kuhl per un caso, e da Valentin per l'altro, mi furono di sprone a verificare le loro osservazioni e ad entrare nell'argomento.

Io credo che basti la conoscenza dei primi rudimenti della termometria per sentirsi autorizzato a porre in dubbio il risultato della osservazione di Kuhl, imperocchè, avanti tutto, egli non misurò l'acqua dolce prima, nè dopo l'esperimento, onde non si sa se fosse mai stata o no in via di progressivo riscaldamento indipendentemente dal pirosoma. Di poi non curò di misurare contemporaneamente l'acqua di un vaso di confronto; nè meno curò di sapere se mai, mettendo un pirosoma nell'acqua dolce, ci fosse cambiamento di temperatura in più od in meno, per cagione della miscela dell'acqua dolce con la marina.

In quanto alle osservazioni di Valentin, non trovandosi la specie da lui sottoposta ad esame nel Mediterraneo, non ho potuto ripetere le sue prove; posso però assicurare che il termometro a mercurio non segua al-

[1]) *Leçons sur les phénomènes physiques des corps vivants*. Paris, 1847.
[2]) *Mémoire sur la phosphorescence de quelques invertebrés marins*. An. Sc. Nat. Vol. XIV, 1851.
[3]) Schweiger. Journal, 1824 e Ehrenberg, *Das Leuchten des meeres* p. 81.
[4]) *De la chaleur produite par les êtres vivants*. Paris 1855.
[5]) Repert. d'anat. et de physiol 18?9 t. IV

cun aumento, allorchè lo si impieghi allo esame della superficie fosforescente del corpo della *Pelagia noctiluca*.

Avendo avuto per contrario opportunità di esaminare i pirosomi, mi posi all' opera onde vedere se mai un termometro a mercurio, che lascia leggere i quinti ed anche i decimi di grado, possa valere all' uopo.

Primamente ho messo in un vaso di acqua dolce, che era a 14°, un volume di acqua marina pure a 14°, eguale al volume di un pirosoma, ed ho verificato aversi una diminuzione di temperatura corrispondente a $^{1}/_{10}$ di grado, della quale diminuzione, dovuta alla miscela, si dovrebbe tener conto per lo meno in principio dello esperimento.

In secondo luogo ho tentato di misurare la temperatura propria del pirosoma, ponendo il termometro nell'acqua circostante all'animale e poi in altra di confronto, e quindi in contatto con la superficie esterna e poi con la interna dell' ascidiario, ed anche introducendo il bulbo nello spessore della parete del medesimo.

Per tal modo, siccome avviene spesso di notare negli animali marini inferiori, nella composizione dei quali l'acqua entra in tanta copia, la temperatura dell'animale, per tal mezzo indagata, non si mostrò superiore a quella dell' acqua in cui esso si trovava.

Dopo queste prove preliminari, si è messo nell' acqua dolce il pirosoma, avendo avuto cura di misurare prima la temperatura dell' acqua, in un con quella di un vaso di confronto, in cui nell' acqua dolce si era versata dell' acqua di mare per un volume eguale a quello del pirosoma. A poco a poco la colonia si andò illuminando e quando fu tutta splendente, si misurò la temperatura dell' acqua e successivamente quella dell' acqua di confronto, quella della superficie esterna ed interna dell' ascidiario, come anche quella della parete, infiggendovi il bulbo del termometro.

In tutti i casi non si ebbe aumento alcuno; aggiungo anzi che, ripetendo queste prove, non mancò il caso di osservare per contrario che, mentre il pirosoma era incandescente, in seguito all' immersione nell' acqua dolce, ovvero era in via di divenirlo, il termometro segnava una leggiera diminuzione di temperatura, allorchè si metteva il bulbo in contatto con la superficie esterna dell' animale, ovvero nello interno del tubo. Tale diminuzione era dovuta al certo alla miscela dell' acqua marina, di cui l'animale in gran parte consiste, coll' acqua dolce in cui lo si era immerso.

Per togliere ogni dubbio, misurai di nuovo le acque che servirono alle esperienze ed al confronto, nè mostrarono grado diverso da quello che prima delle prove avevano segnato.

Le indagini più diligenti fatte col termometro a mercurio sulle foladi, sulle pennatule, sui sifonofori, e sulle meduse, hanno confermata in me

la convinzione che i termometri a liquidi non sono stromenti adatti a tali prove, e che sia d'uopo rivolgersi alla pile termoelettriche ed al galvanometro.

Così fu che l'egregio Professore G. Giordano volle gentilmente mettere a mia disposizione i migliori stromenti che il Gabinetto di Fisica della nostra Università possiede, ed anche quelli di cui si servì il Melloni nelle sue classiche ricerche.

Dovendo per la natura delle cose e per raggiungere la voluta esattezza, con tali stromenti disporre di molto tempo, non si prestano punto animali facili a morire se trasportati dal mare in piccoli vasi, nei quali animali la fosforescenza sia fugace come nelle meduse, nei sifonofori e nei crostacei, ovvero la luce rapidamente trascorrente, come nelle ofiure, nelle polinoe, nelle pennatule e nei beroidei. Voglionsi piuttosto animali: 1° che siano facili ad aversi in gran numero, onde le ricerche si possano ripetere ad ogni dubbio che insorga, 2° che possano vivere a lungo nei laboratorii, onde prestarsi alle ricerche in tempo di elezione per parte dello sperimentatore, 3° che abbiano organi di una certa mole, facilmente isolabili, i quali possano fornire una certa copia di materia luminosa, 4° che questi organi possano per un certo tempo mantenersi in vita e splendenti, ancorchè staccati dall'animale.

Queste condizioni, o dirò meglio questi pregi, sono presentati dalle foladi, le quali vivono sino a venti giorni adunate in un acquario di piccole dimensioni, solo che l'acqua si rinovelli ciascun giorno; e, come la rana si presta tanto bene per le esperienze sulla elettricità, esse possono prestarsi alla lor volta con altrettanta facilità a quelle intorno alla luce.

Volendosi sottoporre alle indagini fisiche gli animali fosforescenti, è d'uopo considerare che la luce vuol essere fissata, onde si abbia un azione durevole e capace di dare effetti apprezzabili all'occasione. Riandando con la mente le esperienze riferite dagli autori ed anche le mie, è necessario convenire che la luce degli animali marini si può promovere e fissare: 1° coll'urto, la pressione o lo sfregamento, 2° col calore, 3° con le correnti elettriche, 4° con l'acqua dolce, ovvero con reagenti come gli alcali, i sali, l'etere, l'alcool, i quali ultimi, qualora agiscano non già sulla materia isolata ma sugli organi integri, prima di spegnere definitivamente la luce, la fissano per breve tempo. Trattandosi di sperimentare impiegando le pile termoelettriche ed il galvanometro, è evidente che dell'urto e dello sfregamento è d'uopo farne uso con accorgimento, onde non avere nel calore dell'attrito cause di errore. È anche evidente che, dopo aver messi da parte il calore e l'elettricità, sia pur d'uopo abbandonare lo impiego dei reagenti, i quali mischiati all'acqua o sciolti possono svolgere

calore ovvero raffreddarla. Rimane per tanto a tener conto dell' acqua dolce come miglior mezzo, tanto più che gli animali in esperimento, in tutti i casi, si debbono esaminare sommersi, allo scopo di evitare il raffreddamento, che l'evaporazione produce di un subito alla loro superficie in grande proporzione se si tolgano dall'acqua.

Fatte tutte queste considerazioni, prima di pensare al modo di impiegare l'acqua dolce, ho voluto tentare se gli organi delle foladi, chiamati a luccicare da lieve sfregamento che tosto cessi, potessero nell'acqua di mare dar segno di aumentata temperatura col mezzo delle pinzette termoelettriche di rame e ferro. Ma l'acqua marina, in concorso con una pila, è così pronta a dar luogo ad azioni chimiche a cagione dei sali che contiene, che in pochi minuti si vedeva l'ago del galvanometro oscillare, nè era possibile ridurlo a tranquillità. Si pensò allora di fissare la pinzetta poco sopra la superficie dell'acqua del bacinetto e di cingere l'estremo della medesima con un filo di platino a spire contigue, il qual filo andasse tosto a sommergersi terminando ravvolto in forma di un dischetto orrizzontale. Sotto questo dischetto si fece giungere un *organo triangolare* di folade staccato dall'animale in un con un pezzo di mantello e fissato ad una piccola lamina di sughero. Il sughero, tendendo a galleggiare, manteneva ottimamente il contatto dell'organo lucente col dischetto di platino, ma con tal processo non si ebbe effetto alcuno, nemmeno dopo che il filo di platino lo si ebbe saldato ad una laminetta, pure di platino, che andava a toccare gli elementi della faccia della pila termoelettrica dell'apparecchio di Melloni.

Abbandonando l'idea di giovarsi delle coppie di rame e ferro, e del platino come conduttore, si ebbe ricorso ad una coppia di bismuto ed antimonio, i quali non così presto sono attaccati dall'acqua di mare. Assicurata la qual cosa, si tentò primamente di determinare la temperatura propria delle foladi od almeno quella della loro superficie. L'apparecchio era sensibilissimo così che il calore del dito, applicato per pochi secondi alla saldatura della coppia, dava luogo ad una deviazione di 40° del galvanometro. Ad onta di questa sensibilità non si ebbe a notare alcun aumento nè per le branchie, nè per la superficie del piede, nè per la lamina del mantello.

La mancanza di una temperatura propria maggiore a quella dell'acqua anche di poco, si è spesso notata da altri ed anche, in questa occasione, da me, in altri animali affini alle foladi; e Gavarret la spiega da ciò che, pure essendovi codesta temperatura, come la si può verificare nelle viscere dell'animale, si determinano tosto correnti nell'acqua che mantengono la sua superficie allo stesso grado dell'acqua che lo circonda. Man-

cando dunque una temperatura propria apprezzabile alla superficie delle foladi, la ricerca se i *cordoni dei sifoni* e gli *organi triangolari* si riscaldino o no mentre splendono, sarebbe stata ancor più facile.

Fissata la coppia bismuto ed antimonio nell'acqua, si impiegarono di nuovo gli organi triangolari disposti in un con un brano di mantello sopra lamina di sughero che li teneva applicati alla saldatura sommersa della coppia, ma, mentre gli organi lucevano così da potersi leggere le ore dell'orologio, il galvanometro non ebbe nulla a segnare.

Codesti fatti mi persuasero che con una sola folade e con una sola coppia termoelettrica non si avrebbe mai avuto alcun risultato agendo nell'acqua di mare, e che fosse d'uopo di molti elementi e di molte foladi, i cui organi o la cui materia luminosa fosse dall'acqua dolce costretta a luccicare, anche più a lungo e senza intermittenza.

Per tanto si impiegò una pila termoelettrica di 196 elementi, di quelle che, essendo collocate in una coppa metallica, servono alla misura della temperatura dei liquidi. Qualche ora prima si riempì il vaso di acqua dolce, arrivata la quale ad una temperatura costante, si incominciarono gli esperimenti. L'apparecchio era così sensibile che bastava lieve agitazione dell'acqua, ovvero lieve sfregamento di un bastoncino sopra gli elementi della pila per produrre, con un calore piccolissimo, deviazione grande dell'ago.

In quell'acqua si pensò di mettere la sostanza luminosa degli organi di quattro foladi, la quale sarebbe pure bastata ad illuminare tutta la coppa. Per far ciò si avrebbero spappolati questi organi in un tubetto di saggio, infisso in un cilindro di sughero, onde la mano non lo riscaldasse, nel quale tubetto si avesse posta un poco dell'acqua della coppa prestamente aspirata con un tubo. In prosieguo quando l'acqua si fosse tutta quanta illuminata, in seguito alla introduzione della materia luminosa, si avrebbe osservato l'ago del galvanometro.

Prima però di fare tutto questo maneggio era d'uopo conoscere, agendo con frammenti di folade tolti da altre parti del corpo, quanta fosse la deviazione cagionata dal calore prodotto dall'agitazione dell'acqua, sommato a quello aumentato dell'acqua del tubetto, e vedere anche di qual durata fosse per essere codesta deviazione. Avendo ripetuto molte volte questa prova preliminare, osservai che agendo sempre allo stesso modo, la deviazione non era mai maggiore di 10° del galvanometro, la quale deviazione, tosto che l'acqua fosse rientrata in tranquillità, cessava, cosicchè dopo alcuni minuti l'ago ritornava allo zero.

Impiegando la materia degli organi fosforescenti delle quattro foladi, dal momento che nell'acqua dolce la luce si mantiene a lungo, cioè più di

mezz' ora, avrei potuto, dopo passato qualche minuto dalla introduzione della medesima nella coppa, ritornate le cose in calma, leggere a bell'agio sul quadrante del galvanometro i gradi di deviazione dovuti alla temperatura aumentata del contenuto lucente della coppa.

Avendo operato con tutte le regole e con la maggiore diligenza con gli organi delle quattro foladi, ebbi a prima giunta la solita deviazione, ma quando l'acqua fu tranquilla, il che avvenne dopo 3 o 4 minuti allo incirca, durando viva la luce nella coppa e continuando per molto tempo, l'ago tornò allo zero e vi rimase.

Non desistetti per questo dalle indagini e, fatte raccogliere molte foladi, ne impiegai di un tratto cinquanta. A queste pazientemente amputai tutti gli organi triangolari ed i cordoni, con che raccolsi allo incirca un centimetro cubo di materia lucente, che spappolai nel tubo al modo già descritto.

Introdotta codesta materia nella coppa, versandone un poco in differenti punti, agitai lievemente l'acqua. Quando fu passato un certo tempo, l'acqua ritornò tranquilla, *ed essendo lucentissimo il contenuto della coppa, l'ago del galvanometro piano piano ritornò allo zero e vi rimase, ad onta che la luce continuasse a lungo.*

Si noti che il galvanometro era sensibilissimo; quello stesso con cui Melloni aveva determinato il calore minimo dei raggi lunari.

Avrei potuto continuare le esperienze con un numero maggiore di foladi, ma persuaso che anche con questo mezzo la luce non sarebbe stata più intensa di quella che si aveva avuta con la materia luminosa di cinquanta individui, ho desistito, rimanendo convinto che gli organi fosforescenti delle foladi e, probabilmente forse anche quelli degli altri animali marini, presentano una speciale incandescenza senza calore apprezzabile, e confermandomi nel concetto, altra volta espresso, che negli animali fosforescenti la ossidazione o in massima le azioni che hanno luogo negli organi luminosi sono accompagnate da svolgimento di luce invece che da svolgimento di calore.

I fatti sopramenzionati ci portano alle seguenti

CONCLUSIONI

I. Nella *Pholas dactylus*, L. si hanno organi speciali che si illuminano in particolari casi e producono anche, a modo di secrezione, una materia lucente.

II. Questi organi sono essenzialmente composti di epitelio cigliare, il quale contiene nelle sue cellule la sostanza granellosa speciale che rende

lucente l'acqua e si mescola al muco segregato dalla superficie dell'animale, la qual materia è solubile nell'alcool e nell'etere.

III. Questo epitelio, nella specie indicata, si trova in una falda sottoposta al bordo superiore del mantello, ed in quelli organi che abbiamo chiamati col nome di *organi triangolari* e di *cordoni*.

IV. La materia lucente dell'*epitelio fosforescente* scaturisce dagli organi nominati, allorquando l'animale è sottoposto all'azione di diversi stimoli. Però, anche estratta dall'animale, si può illuminare di nuovo in seguito all'agitazione, all'azione dell'acqua dolce, dell'elettricità, del calore, al pari della materia lucente delle pennatule, delle meduse, dei pirosomi e di altri animali marini fosforescenti.

V. La stessa materia, sia che gli organi siano stati seccati per intero in un col mantello, ovvero la si abbia estratta e lasciata seccare all'aria isolatamente, se la si ribagni e la si riagiti, riluce, siccome avviene anche pel pirosoma.

VI. L'aria e l'ossigeno destano la luce delle foladi e la mantengono anche a lungo durante la putrefazione; l'acido carbonico per contrario la spegne, ma l'aria può farla comparire di nuovo. Si può credere pertanto che la manifestazione di luce, a circostanze ordinarie, sia fenomeno che accompagni la ossidazione della materia luminosa.

VII. Mentre la materia luminosa delle foladi risplende, non si ha sviluppo di calore apprezzabile.

VIII. La luce delle foladi è monocromatica come quella delle beroe, delle alcinoe, degli ippopodi, delle pelagie e delle eledoni (morte) e la sua fascia ha un posto costante rispetto alla linee dello spettro solare.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

PYROSOMA

Lettere che nelle due prime tavole hanno lo stesso significato

ol organi luminosi
g ganglio
b bocca
br branchie
ed endostilo
te tunica esterna del tegumento
ti tunica interna del tegumento
sl spazio lacunare fra le due tuniche
cc muscolo costrittore della cloaca
gd glandole dorsali
ms muscoli sociali
es esofago
st stomaco
it intestino
cl orificio cloacale
ge glandole eleoblastiche
M mantello comune
od organi dilatatori del diaframma
C Ciatozooide o *nutrice*
B bocca del Ciatozooide
cC cuore del Ciatozooide
II primo pajo dei nervi laterali
sp seno lacunare periferico del Ciatozooide
vn vitello di nutrizione
k cloaca comune.

Tavola I.

Fig. 1. — Frammento di una colonia di pirosoma, *P. giganteum*, trattata coll'acqua dolce, allo scopo di rendere fissa la luce, e poi tagliata di traverso ed osservata nella oscurità. Si riconosce lo strato nel quale giacciono i punti luminosi, i quali veggonsi disposti a coppia in ogni tubercolo. Le coppie dei punti luminosi corrispondenti ai tubercoli conici maggiori, si veggono più rialzate delle altre. Gr. nat.

Fig. 2. — Un' ascidia del pirosoma veduta a piccolo ingrandimento nella oscurità, dopo che la luce fu fissata con l'acqua dolce; i due organi luminosi appajono come due macchie sfavillanti.

Fig. 3. — Sezione di un pirosoma praticata parallelamente all'asse del tubo ed osservata a piccolo ingrandimento. In questo disegno si sono riunite figure fatte a diverse riprese. La parte dorsale delle ascidie si distingue per la presenza del ganglio —*g*, ed è in tutte rivolta verso l'orificio della cloaca comune.

L'ascidia I^a^ è uno degli individui corrispondenti ad uno dei tu-

bercoli di media grandezza: questo individuo oltre gli organi luminosi —*ol*, di cui, come negli altri, non si vede che il sinistro, presenta un embrione prodotto dal peduncolo gemmifero, in quello stadio di sviluppo che corrisponde a quello rappresentato nella fig. 4. Il testicolo — *t*, per rottura della sua membrana esterna, mostra espansi i suoi fondi ciechi. L'ovisacco non fu rappresentato.

L'ascidia II^a^ mostra due embrioni di gemma generati l'un dopo l'altro dallo stesso peduncolo; l'anteriore, che soltanto in parte è visibile, è molto avanzato nello sviluppo e corrisponde alla forma della fig. 5. Si vede l'ovisacco posto in vicinanza del testicolo.

L'ascidia III^a^ è gestante e nella cloaca vedesi l'uovo nello stesso stadio della fig. 14, coi quattro embrioni generati per gemmazione dal *Ciatozooide*. L'embrione attaccato al peduncolo gemmifero dimostra che vi ha una digenesi contemporanea.

L'ascidia IV^a^ è uno degli individui più grandi ed a lungo collo, siccome sono tutti quelli che corrispondono ai tubercoli conici maggiori del mantello. Gli organi luminosi si veggono giacere in un piano più elevato di quello in cui stanno gli stessi organi delle compagne. Questo individuo è pure gestante e nella cloaca si contiene una piccola colonia composta dagli embrioni quadrigemelli e dal *Ciatozooide*, la quale è simile a quella rappresentata nella fig. 16.

L'ascidia V^a^ porta due embrioni congiunti al peduncolo gemmifero, ed è figurata in atto di partorire una giovane colonia, la quale corrisponde a quella rappresentata nella fig. 18. Non è raro il caso di scorgere alla superficie interna dell'ascidiario delle papille sporgenti, che presto si riconoscono per le piccole colonie che stanno per essere partorite.

L'ascidia VI^a^ è un giovane individuo provenuto per gemma dall'ascidia VII^a^. Il mantello comune si è già infossato in corrispondenza della bocca e dell'orificio cloacale onde far sì che esso comunichi coll'esterno. Si vede al dorso il tubercolo con cui aderiva al peduncolo gemmifero, ed al ventre un residuo delle glandole eleoblastiche.

— *y* indica una serie di embrioni di gemma, i quali, staccati troppo presto dal peduncolo gemmifero, sono caduti in atrofia e stanno dispersi nel mantello, chiamati per tanto ***embrioni atrofici***.

— *x* rappresenta un arboscello di piccoli cristallini aghiformi, siccome di rado se ne trovano nel mantello comune.

Fig. 1. — Embrione di gemma a ×180. Si vede il suo rapporto col peduncolo gemmifero, il quale è sostenuto da un legamento che parte da uno dei tronchi dell'endostilo materno, —*c* è il cuore dell'ascidia

madre. Gli organi luminosi — *ol* sono visibili, epperò trasparentissimi. Sono indicate con — *ge* le *glandole eleoblastiche*, le quali corrispondono all'eleoblasto delle salpe.

Fig. 5. — Embrione di gemma più sviluppato, ×70. Gli organi luminosi veggonsi già ben distinti. Sono già comparsi gli elementi longitudinali delle branchie e le cellule pigmentali (rosse) sul tubo digerente. La fascia muscolare — *cc* diventerà in progresso il muscolo che abbiamo chiamato *costrittore della cloaca*.

Fig. 6. — Giovane individuo già in rapporto coll'esterno, veduto dal dorso, ×88. Al disopra degli organi luminosi, il collo incomincia a restringersi ed allungarsi; il ganglio è già provvisto inferiormente del suo astuccio di cellule pigmentali (rosse) e si veggono già distintamente le glandole dorsali — *gd*. Le glandole eleoblastiche — *ge* sono molto diminuite di volume e — *p* indica il peduncolo con cui egli aderiva al tubercolo gemmifero materno.

Fig. 7. — Giovane ascidia a ×50. Si scorge come gli organi luminosi siano collocati fra le due tuniche del tegumento. In corrispondenza del muscolo costrittore della cloaca — *cc* veggonsi i fasci dei muscoli sociali — *ms*. Le punteggiature indicano l'epitelio della superficie dell'ascidiario nei suoi due infossamenti.

Fig. 8. — Parte anteriore di una ascidia adulta a ×70. Essa è veduta dal ventre e nel piano di distinta visione coincidono: la bocca col suo cercine muscolare ed i suoi tentacoli, il ganglio veduto nella sua faccia ventrale con la fossetta vibrante olfattiva —*n* ed i suoi nervi, ed anche la parte posteriore delle finestre branchiali. Gli organi luminosi compajono di profilo, però si veggono distintamente aderire alla tunica esterna —*te* del tegumento, mentre stanno immersi nel sangue che occupa lo spazio lacunare — *sl*, che sta fra le due tuniche — I, II, III *a* indicano le tre paja anteriori dei nervi del ganglio — I, II, III *l* indicano altrettante paja di nervi laterali — I, II *p* indicano le due paja di nervi posteriori. — Il nervo del I pajo dei laterali passa in vicinanza dell'organo luminoso, però in rapporto colla tunica interna. Le due linee punteggiate, che partendosi dal ganglio si mantengono equidistanti dal nervo suddetto, indicano il bordo inferiore della così detta *fascia vibrante*, il bordo superiore della quale coincide col nervo.

Fig. 9. — Rappresenta il ganglio veduto di profilo e l'organo luminoso ingranditi 88 volte. Il ganglio è disegnato nel suo naturale rapporto, cioè tra le due tuniche del tegumento. Vedesi distintamente l'origine ed il decorso del nervo del I° pajo dei laterali ed il suo passag-

gio al bordo superiore dell'organo luminoso, al quale del resto non fornisce ramo alcuno.

Fig. 10. — Cellule dell'organo luminoso a $\times 350$; il loro diametro è di $0^{mm},02$. Quelle in — *a* sono come si veggono nel fresco, quelle in — *b* sono state trattate coll'etere.

Fig. 11. — Cellule delle *glandole dorsali* a $\times 700$. Si notino le differenze tra queste e le cellule dell'organo luminoso.

Fig. 12. — Cellule dell'epitelio della tunica esterna delle ascidie, visibili qualora si impieghino liquidi debolmente coagulanti. Si è preferito disegnare a parte queste cellule piuttosto che nelle figure, onde non renderle trite, e per ciò che tali cellule effettivamente nei preparati freschi non si veggono mai.

Fig. 13. — Cellule stellate e canaliculate del tessuto mucoso del mantello comune.

TAVOLA II.

Le figure 14, 15, 16, 17 e 18 rappresentano i diversi stadi evolutivi degli embrioni composti.

Fig. 14. — Uovo a $\times 70$ in cui il blastoderma si è in un punto allungato e foggiato a modo di nastro, il quale poi si è segmentato ed ha dato luogo a quattro embrioni. Lo strato speciale, che corrisponderà al mantello comune della colonia, costituito da tessuto mucoso, è indicato con *M*. Nei quattro embrioni si distingue lo *strato esterno*, un endostilo comune al sistema, ed un'ansa vascolare che percorre e nutre i quattro gemelli. Il rimanente dell'uovo si costituisce come larva generante, *Ciatozooide* di Huxley, ed in — *b* è il luogo dove si mostra il cuore di questa larva speciale. Gli embrioni di questo stadio non hanno traccia di organi luminosi.

Fig. 15. — Gli embrioni sono ad uno stadio più inoltrato di sviluppo e rappresentati dal ventre, $\times 70$. Ciascuno ha la forma di cuore, l'endostilo comune si è frazionato e sono comparse le prime tracce delle finestre branchiali, come anche le *glandole eleoblastiche* poste tra la tunica esterna e la interna del tegumento. Il *Ciatozooide C* si mostra costituito da uno *strato esterno* cellulare corrispondente allo *strato esterno* del blastoderma primitivo e le punteggiature della nostra figura rappresentano, quali si veggono nel fresco, i nuclei di queste cellule. Il centro del *Ciatozooide* è tutto occupato dal vitello di nutrizione, però tra il vitello e lo strato esterno si nota uno spazio o *seno periferico*, nel quale circola il sangue. È in questo seno che giace anche il cuore del *Ciatozooide* — *c C*. In questo esemplare,

siccome spesso avviene di osservare, il *Ciatozooide* è conico e la sua bocca — *B* si trova di lato. Essa è ellittica, munita di un bordo ed è seguita da una speciale infossatura a cui fa seguito un rudimento di intestino (?). Il mantello comune ha preso notevole aumento, e la sua superficie è faccettata; le reticolazioni che si notano alla sua superficie, dipendono da speciale disposizione delle cellule epiteliali, le quali rappresentano or con serie, or con ammassi, i fili ed i nodi di una maglia. Le punteggiature corrispondono ai nuclei delle cellule le quali sono allineate in corrispondenza degli spigoli. La figura 19 spiega le parti degli embrioni di questa forma.

Fig. 16. — I quattro embrioni, rappresentati anche in questa figura a $\times 70$, hanno già organi ben distinti ed un cordone vascolare li riunisce al *Ciatozooide* e tra di loro. Questo cordone si compone di due vasi, i quali atteso il tipo alternante della circolazione nel sistema, fanno ora da vena ora da arteria. Oltre alle parti indicate nella dichiarazione della figura precedente, si nota in seguito alla infossatura boccale, anche un rudimento di intestino (?) in mezzo al vitello di nutrizione. Tale organo noi lo abbiamo rappresentato in questa figura onde farne conoscere la forma ed il rapporto, però non suole essere visibile che nel caso che si evacui il vitello. — La fig. 20 spiega le parti degli embrioni di questo stadio.

Fig. 17. — La piccola colonia, rappresentata allo stesso ingrandimento delle precedenti, vedesi molto più sviluppata. Gli embrioni crebbero a spese del *Ciatozooide*, il quale smagrito e consunto sta per scomparire. Il suo cuore — *cC* pulserà però fino all'ultimo. I quattro embrioni hanno preso stabile posto nel mantello comune, e, come nell'adulto, tutti hanno il ganglio rivolto verso l'orificio della cloaca comune — *k*, la quale si sta scavando nell'asse del sistema. Ciascuno degli embrioni presenta due papille, le quali convergono verso l'orificio della cloaca comune allo intento di costituire gli organi — *od* dilatatori del diaframma.

Fig. 18. — Giovane colonia a $\times 50$, la quale sta per essere partorita. Il *Ciatozooide* è scomparso, gli embrioni si sono allungati ed avvicinati, il cordone vascolare sta per atrofizzarsi ed i prolungamenti corrispondenti agli organi dilatatori del diaframma si sono pure allungati. Gli organi fosforescenti sono visibili anche negli embrioni degli stadî precedenti, però in questo stadio possono già illuminarsi.

Fig. 19. — Indica le parti degli embrioni della fig. 15 e mostra l'origine degli organi luminosi dallo *strato esterno* dell'embrione.

Fig. 20. — Indica le parti degli embrioni della fig. 16. In entrambi i vasi del cordone vascolare sono figurati i globuli sanguigni.

Fig. 21. — Parte posteriore del corpo di una di quelle ascidie che stanno attorno all'orificio della cloaca comune e che inviano nel diaframma i cordoni dilatatori — *od* terminati a clava, dei quali i primi rudimenti si sono notati già negli embrioni della fig. 17.

Fig. 22. — Organi dilatatori a × 350. Si distingue la parete muscolare composta di fibre e la parete esterna, posta dal fascio a considerevole distanza, e provvista allo interno di copiosi nuclei. In — *a* il cordone è rappresentato come di solito si vede; in — *b* è contratto e la guaina esterna si mostra tutta ripiegata.

Fig. 23. — Schema che serve a rappresentare i due ordini dei muscoli sociali: quelli che corrono parallelamente all'asse del tubo da un'ascidia all'altra, e quelli che congiungono incrociandosi le ascidie dello stesso verticillo. Le ascidie che stanno presso all'orificio cloacale si veggono inviare al diaframma i cordoni dilatatori. Per non nuocere alla chiarezza dello schema, i cordoni dilatatori si sono rappresentati soltanto in un verticillo di ascidie, e si sono omessi i muscoli circolari o costrittori del diaframma.

Fig. 24. — Elementi dei muscoli sociali a 350.

Fig. 25. — Figura di Huxley rappresentante l'embrione di gemma della specie da lui osservata nel Pacifico.

Tavola III.

PHOLAS DACTYLUS

Fig. 1. — Una folade con spaccato il mantello ed il sifone anteriore, veduta nella oscurità dopo la lavatura. Si veggono in bianco le parti luminose: cioè, la fascia corrispondente al bordo superiore del mantello, gli organi triangolari ed i due cordoni.

Fig. 2. — La stessa folade veduta alla luce ordinaria dimostra le stesse parti — *a* la fascia fosforescente sottoposta al bordo del mantello — *b* gli organi triangolari — *c* i due cordoni.

Fig. 3. — Porzione inferiore di folade di cui si sono injettati i vasi sanguigni — *ao* aorta inferiore — *as* le due arterie dei sifoni — *rp* ramo palleale che al di sotto dell'organo triangolare si divide in rami destinati alla parte superiore, anteriore ed inferiore del mantello. Nella

stessa figura è rappresentato il ganglio *posteriore o branchiale;* — *x* sono i tronchi di congiunzione coi gangli anteriori, — *y* i tronchi per le branchie; gli altri tronchi inferiori, dopo un piccolo rigonfiamento gangliare, danno — n^1 rami per il sifone e pei cordoni fosforescenti, e poi dopo i rami discendenti propri del sifone, — n^2 nervo che va all'organo triangolare.

Fig. 4. — Uno degli organi triangolari (il sinistro) ingrandito di 6 volte. Oltre il ramo palleale — *rp* colle sue ramificazioni, si vede la rete capillare superficiale del mantello. I piccoli rami arteriosi, che poi si decompongono nella rete, hanno tutti un decorso parallelo perchè si mantengono nei solchi posti fra i fasci muscolari, — n^2 ramo nervoso in relazione coll' organo triangolare. Il ramoscello che passa al di sopra di quest'organo e che si vede anche nella figura precedente, non ha con esso alcun rapporto.

Fig. 5. — Sezione dell'organo triangolare e del mantello a ×88. Questa sezione è così fatta da non comprendere che quattro lobi dell' organo.

- *a* epitelio cigliare ordinario della superficie interna del mantello;
- *b* epitelio cigliare fosforescente della superficie dei lobi dell' organo triangolare;
- *c* pulvinuli di tessuto unitivo appartenenti al derma, i quali costituiscono la massa principale dei lobi dell'organo;
- *d* sezioni dei capillari della rete superficiale del mantello;
- *e* strato muscolare trasversale interno del mantello;
- *f* fasci muscolari longitudinali che discendono nel sifone;
- *g* strato muscolare trasversale esterno del mantello;
- *h* epitelio cilindrico esterno del mantello che si continua sulle
- *i* papille della superficie esterna dei sifoni;
- *j* cuticola che ricopre l'epitelio;

Fig. 6. — Sezione trasversale di uno dei cordoni luminosi del sifone a ×88. Le lettere *a b c d* hanno lo stesso significato che nella figura precedente.

- *e* strato muscolare circolare interno del sifone anteriore;
- *f* muscoli longitudinali dello stesso sifone.

Fig. 7. — Epitelio cilindrico della superficie esterna dei sifoni e del bordo del mantello a ×700. La cuticola che lo riveste presenta l'impronta delle cellule.

Fig. 8. — Epitelio cigliare fosforescente a $\times$ 700, quale si osserva alla superficie degli organi luminosi. Alcune cellule trovansi ripiene di materia granellosa lucente, altre non la presentano che nel nucleo. Si notano ad intervalli fra le ordinarie ciglia, altre che sono assai più lunghe ed a movimento più lento.

Fig. 9. — Materia lucente quale la si raccoglie dalle superficie degli organi luminosi; $\times$ 700. Consta dei nuclei dell'epitelio fosforescente, di masse granellose corrispondenti al contenuto delle cellule, e di granulazioni derivate dalla rottura dei precitati elementi. Oltre ciò si notano frequenti goccioline di adipe ordinario di diverse dimensioni, e piccoli corpi cigliati semoventi che sono cellule dell'epitelio in istato di atrofia.

Fig. 10. — Fascia della luce di una folade riferita allo spettro solare.

INDICE

PYROSOMA

PHOLAS DACTYLUS